RUBENS DE AZEVEDO

NA ERA DA ASTRONÁUTICA

EDITORA DO BRASIL S/A

Na Era da Astronautica

RUBENS DE AZEVEDO

Na Era da Astronautica

EDITORA DO BRASIL S/A
Rua Conselheiro Nébias, 887
São Paulo

ÍNDICE

A contemplação do céu 9
Figuras no céu – As constelações 10
Zodíaco – O caminho dos mundos 16
A Astronomia e os telescópios 19
A Astronomia no Brasil 22
Planetário – O céu artificial 26
O Sistema Solar 28
O Sol – Monarca incomparável 31
O mensageiro dos deuses 36
A deusa dos amores 38
A Terra – Nossa morada 42
Selene – A rainha da noite 52
Sombras no céu – Os eclipses 58
A inquietude constante do mar 62
O deus da guerra 64
Os astros pigmeus 69
O deus dos deuses 72
O deus do tempo 75
O deus dos céus distantes 78
O deus dos mares 80
O deus do mundo das sombras 83
Mensageiros do espaço 84
As pedras que caem do céu 88
Os habitantes dos outros mundos 90
Estrelas, nebulosas e galáxias 93
A conquista do céu 98
Os satélites artificiais 105
Eles abriram para os homens os caminhos do céu 108
Rumo ao espaço 110

A CONTEMPLAÇÃO DO CÉU

Desde a mais remota Antigüidade os olhos humanos se voltam para o céu. O firmamento estrelado, espetáculo de rara beleza e encantamento, principalmente nas regiões interioranas, onde não se faz sentir com tanta intensidade a poluição luminosa das cidades, sempre foi objeto de contemplação e até mesmo de adoração. Os antigos habitantes da Suméria, na Mesopotâmia, viam no alinhamento das estrelas as figuras dos seus deuses e heróis divinizados; viam também monstros fabulosos e acreditavam que suas vidas estavam reguladas por aquelas figuras. Suas crenças, seus anseios, suas esperanças, tudo isso os ligava ao céu.

Não é de admirar que a Astronomia tenha sido a primeira das ciências, a mãe de todas as outras. As antigas civilizações dependiam diretamente do conhecimento do céu. Era através das estrelas que os babilônios, os assírios, egípcios, árabes, persas e tantos outros povos antigos determinavam as estações do ano. Sabiam quando deviam plantar e quando deviam colher, quando deviam pescar. Pressentiam a aproximação do inverno, preparando-se para recebê-lo; adivinhavam o advento da primavera, que lhes trazia a esperança de dias de fartura. "O Egito é uma dádiva do Nilo" – disse o grande historiador Heródoto. Realmente, os antigos egípcios esperavam com ansiedade a época da cheia do rio Nilo, o qual, ao subir de nível, inundava as faixas de terra que lhe ficavam adjacentes, cobrindo-as de limo, o chamado "kume", de onde se derivou, posteriormente, a palavra Química. Toda a riqueza da imensa região que se estende da Uganda até ao Mar Mediterrâneo era proporcionada pela elevação do nível das águas do Nilo.

Os antigos egípcios acreditavam que as cheias do Nilo eram originadas pelas lágrimas derramadas por Ísis, esposa de Osíris, morto por Set. A estrela mais brilhante do céu, Sírius, chamada por eles Sopdet, representava a figura de Ísis no firmamento. Os sacerdotes saudavam com visíveis mostras de contentamento a aparição da estrela que coincidia, há quatro mil anos, com a subida das águas do grande rio.

FIGURAS NO CÉU – AS CONSTELAÇÕES

Constelações são agrupamentos de estrelas que sugerem figuras desenhadas no céu. Essas figuras, é claro, nada têm de real. Nunca existiram a Virgem, o Capricórnio ou o Leão. As estrelas que compõem essas imagens estão a distâncias as mais variadas e se fosse possível viajar até à constelação do Escorpião, nós nunca encontraríamos tal figura.

Essas figuras foram construídas pelos antigos, ao longo dos milênios: babilônios, assírios, egípcios, chineses, árabes e hindus.

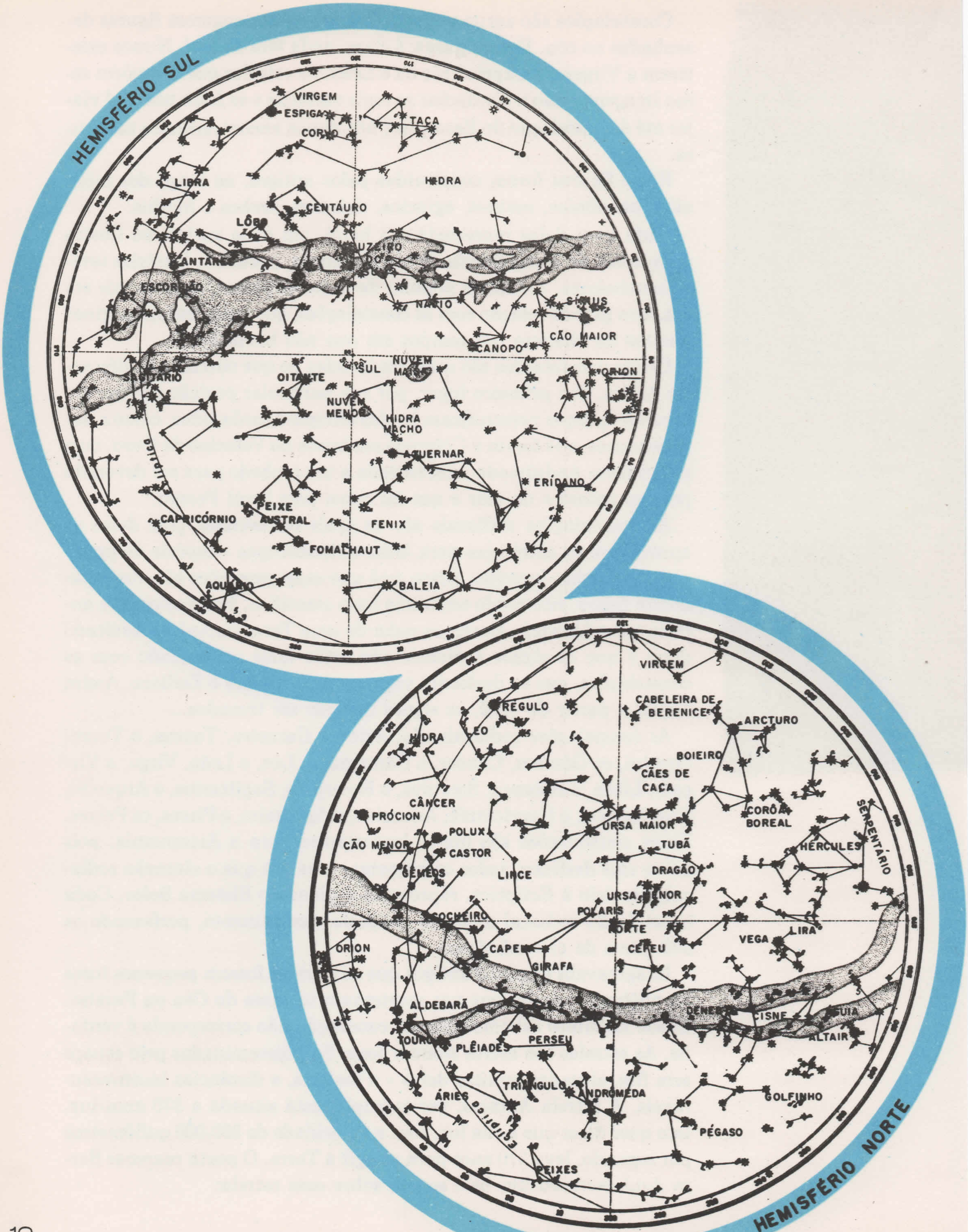
Cada uma delas representa um herói, um deus antigo, ou ilustra uma lenda da Antigüidade. O céu nos conta, portanto, histórias interessantíssimas. A cultura popular de todos os países, mesmo hoje em dia, tem grande relação com as constelações, que representam páginas abertas da História dos tempos em que não havia livros.

Certas constelações são mais conhecidas do que outras, por diferentes razões. Em primeiro lugar, por sua particular posição no céu; em segundo, porque personificam lendas antigas e conhecidas, como a dos Argonautas, que foram à Cólquida em busca do Velocino de Ouro, ou a da princesa Andrômeda, acorrentada a um rochedo para ser devorada por um monstro do mar e que foi salva pelo herói Perseu.

As constelações zodiacais são as mais conhecidas, pois delas se aproveitam os astrólogos para fazer os horóscopos – espécie de previsões do destino humano. Claro está que essas previsões são absolutamente falsas, não tendo nenhuma base científica. Imaginavam os antigos que o Universo girava ao redor de uma Terra imóvel. O resultado disso é que os signos zodiacais não estão mais coincidindo com as constelações, que se deslocam vagarosamente sobre o Zodíaco. Assim é que, a partir de 1999, os signos deverão ser trocados...

As constelações zodiacais são: Aries, o Carneiro, Taurus, o Touro, Gemini, os Gêmeos, Cancer, o Caranguejo, Leo, o Leão, Virgo, a Virgem, Libra, a Balança, Scorpius, o Escorpião, Sagittarius, o Arqueiro, Capricornus, o Capricórnio, Aquarius, o Aguateiro, e Pisces, os Peixes. Essas constelações são muito importantes para a Astronomia, pois sobre elas deslizam todos os planetas, uma vez que o cinturão zodiacal, paralelo à Eclíptica, representa o plano do Sistema Solar. Cada constelação zodiacal mede 30 graus de comprimento, perfazendo os 360 graus da circunferência.

Imaginavam os povos antigos que as estrelas fossem pequenos furos na abóbada celeste, que nos mostravam as luzes do Céu ou Paraíso. Desde há muito sabemos que tal concepção não corresponde à verdade. As estrelas são astros como o nosso Sol, disseminadas pelo espaço sem fim, situadas, muitas delas – a maioria, a distâncias incomensuráveis. A estrela Antares, por exemplo, está situada a 370 anos-luz. Isto quer dizer que a sua luz, com a velocidade de 300.000 quilômetros por segundo, leva 370 anos para atingir a Terra. O poeta cearense Serra Azul escreveu um belo soneto sobre essa estrela:


HEMISFÉRIO SUL
VIRGEM
ESPIGA
TAÇA
CORVO
LIBRA
HIDRA
CENTÁURO
LOBO
CRUZEIRO DO SUL
ESCORPIÃO
NÚNCIO
SÍRIUS
CÃO MAIOR
CANOPO
SAGITÁRIO
OITANTE
NUVEM MAIOR
ÓRION
NUVEM MENOR
HIDRA MACHO
AQUERNAR
ERÍDANO
CAPRICÓRNIO
PEIXE AUSTRAL
FENIX
FOMALHAUT
AQUÁRIO
BALEIA
HEMISFÉRIO NORTE
VIRGEM
CABELEIRA DE BERENICE
REGULO
ARCTURO
HIDRA
LEO
BOIEIRO
CÃES DE CAÇA
CÂNCER
PRÓCION
CORÔA BOREAL
POLUX
URSA MAIOR
CÃO MENOR
CASTOR
TUBÃ
HÉRCULES
GÊMEOS
LINCE
DRAGÃO
SERPENTÁRIO
URSA MENOR
COCHEIRO
POLARIS
NORTE
LIRA
VEGA
ÓRION
CAPELA
CEFEU
GIRAFA
ALDEBARÃ
DENEBE
CISNE
ÁGUIA
ALTAIR
TOURO
PLÊIADES
PERSEU
TRIÂNGULO
ANDRÔMEDA
GOLFINHO
ÁRIES
EQUINÓCIO
PÉGASO
PEIXES

ANTARES

No fundo dos abismos estelares,
no centro do Escorpião, brilha e reluz
um magnífico sol – é a estrela Antares
que com sua luz rubra nos seduz.

Talvez seja ela algum desses lugares
dos doces céus em que falou Jesus,
a qual distante está dos nossos lares
trezentos e setenta anos de luz.

Trezentos e setenta anos também
hão de passar para ser vistos pela
gente a luz que atualmente dela vem...

E, finalmente, é tão remota a estrela,
que poeta algum, como Bilac, tem
ouvidos para ouvi-la ou entendê-la...

A estrela mais próxima do nosso sistema planetário é chamada, por isso mesmo, "Próxima" e faz parte de um sistema triplo de estrelas situado na constelação do Centauro, no céu do Sul, nas vizinhanças do nosso Cruzeiro do Sul. Está a 4,3 anos-luz, ou seja, a 41 trilhões de quilômetros! Um foguete que para ela se dirigisse agora, com a velocidade de 30 mil quilômetros por hora levaria cerca de 156 mil anos...

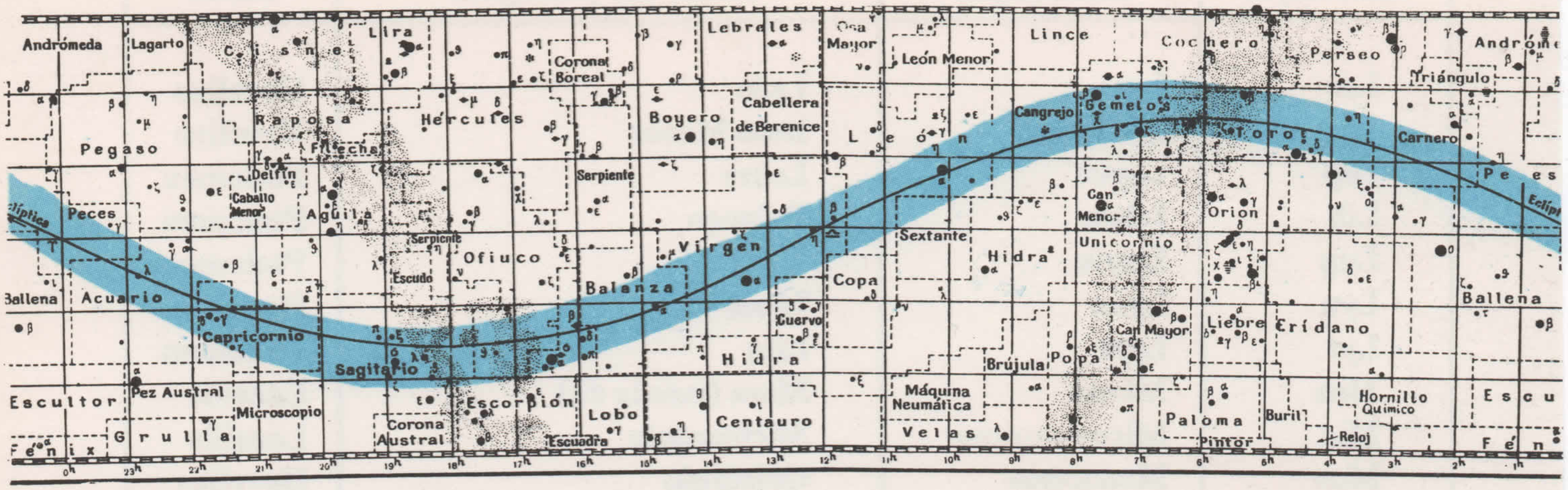
Para melhor compreensão e estudo, convencionou-se que as constelações se dividem em três grupos: Constelações Boreais, situadas no hemisfério norte, Constelações Austrais, situadas no hemisfério sul e Constelações Zodiacais, situadas na faixa zodiacal, paralela à Eclíptica, que representa o plano do Sistema Solar.

O mais antigo catálogo de estrelas é o Almagesto, do astrônomo Cláudio Ptolomeu, que relaciona cerca de 1022 estrelas agrupadas em 48 constelações, sendo 21 no céu do Norte e 15 no do Sul. Essas constelações, chamadas ptolomaicas, não sofreram qualquer modificação até à época das grandes navegações, a partir das quais começaram a ser conhecidas novas constelações do céu do Sul. Os viajantes e astrônomos criaram outras constelações, valendo destacar os nomes de: Royer (1769), Hevelius (1690), Halley (1690), Flamsteed (1752), La Caille (1752), Hall (1770), Le Monnier (1676), Lalande (1776), Poczobut (1777) e Bode (1800). Muitas foram as constelações sugeridas. Nada obstante, somente a partir de 1922, quando foi criada a União Internacional de Astronomia é que foi possível estabelecer a quantidade e os limites exatos das constelações. O trabalho de delimitação foi confiado ao astrônomo Delporte, e, uma vez aprovado, tornou-se oficial.

Damos a seguir a lista das constelações existentes, em ordem alfabética.

Abreviação	Constelação	Nome em português	Autor
And	Andromeda	Andrômeda	Ptolomeu
Ant	Antlia	Máquina Pneumática	Lacaille
Aps	Apus	Ave-do-Paraíso	Bayer
Aqu	Aquarius	Aguateiro	Ptolomeu
Aql	Aquila	Águia	Ptolomeu
Ara	Ara	Altar	Ptolomeu
Ari	Aries	Carneiro	Ptolomeu
Aur	Auriga	Cocheiro	Ptolomeu
Boo	Bootes	Boieiro	Ptolomeu
Cae	Caelum	Buril ou Cinzel	Lacaille
Cam	Camelopardus	Girafa	Hevelius
Cnc	Cancer	Caranguejo	Ptolomeu
CVn	Canes Venatici	Cães de Caça	Hevelius
CMa	Canis Majoris	Cão Maior	Ptolomeu
CMi	Canis Minor	Cão Menor	Ptolomeu
Cap	Capricornus	Capricórnio	Ptolomeu
Car	Carina	Quilha (do Navio)	Lacaille
Cas	Cassiopea	Cassiopéia (mãe de Andr)	Ptolomeu
Cen	Centaurus	Centauro	Ptolomeu
Cep	Cepheus	Cefeu (pai de Andrômeda)	Ptolomeu
Cam	Chamaeleon	Camaleão	Bayer
Cir	Circinus	Compasso	Lacaille
Col	Columba	Pomba	Bartschius
Com	Coma Berenices	Cabeceira de Berenice	Cônone
CrA	Corona Australis	Coroa Austral	Ptolomeu
CrB	Corona Borealis	Coroa Boreal	Ptolomeu
CrV	Corvus	Corvo	Ptolomeu
Crt	Crater	Taça	Ptolomeu
Cru	Crux	Cruzeiro (do Sul)	Royer
Cyg	Cygnus	Cisne	Ptolomeu
Del	Delphinus	Golfinho (peixe)	Ptolomeu
Dor	Doradus	Dourado (peixe)	Bayer
Dra	Draco	Dragão	Ptolomeu
Equ	Equuleus	Cavalo Menor	Ptolomeu
Eri	Eridanus	Erídano (rio Po)	Ptolomeu
For	Fornax	Forno	Lacaille
Gem	Gemini	Gêmeos	Ptolomeu
Gru	Grus	Gru (pássaro)	Bayer
Her	Hercules	Hércules	Ptolomeu
Hor	Horologium	Relógio	Lacaille
Hya	Hydra	Hidra Fêmea	Ptolomeu
Hyi	Hydrus	Hidra Macho	Bayer
Ind	Indus	Índio	Bayer
Lac	Lacerta	Lagarto	Hevelius

Abreviação	Constelação	Nome em português	Autor
Leo	Leo	Leão	Hevelius
LMi	Leo Minor	Leão Menor	Hevelius
Lep	Lepus	Lebre	Ptolomeu
Lib	Libra	Balança	Ptolomeu
Lup	Lupus	Lobo	Ptolomeu
Lyn	Lynx	Lince	Hevelius
Lyr	Lyra	Lira	Ptolomeu
Men	Mensa	Mesa (monte da)	Lacaille
Mic	Microscopium	Microscópio	Lacaille
Mon	Monoceros	Unicórnio	Hevelius
Mus	Musca	Mosca	Bayer
Nor	Norma	Esquadro	Lacaille
Oct	Octans	Oitante	Lacaille
Oph	Ophiuchus	Serpentário	Ptolomeu
Ori	Orion	Órion	Ptolomeu
Pav	Pavo	Pavão	Bayer
Peg	Pegasus	Pégaso (cavalo alado)	Ptolomeu
Per	Perseus	Perseu	Ptolomeu
Phe	Phoenix	Fênix (pássaro)	Bayer
Pic	Pictor	Pintor (o cavalete do)	Lacaille
Pis	Pisces	Peixes	Ptolomeu
PsA	Pisces Austrinus	Peixe Austral	Ptolomeu
Pup	Puppis	Popa (do Navio)	Lacaille
Pyx	Pyxis	Bússola	Lacaille
Ret	Reticulum	Retóculo	Lacaille
Sag	Sagitta	Flecha	Ptolomeu
Sag	Sagittarius	Arqueiro	Ptolomeu
Sco	Scorpio	Escorpião	Ptolomeu
Scl	Sculptor	Escultor (atelier do)	Lacaille
Scu	Scutum	Escudo	Hevelius
Ser	Serpens	Serpente (do Serpentário)	Ptolomeu
Sex	Sextans	Sextante	Hevelius
Tau	Taurus	Touro	Ptolomeu
Tel	Telescopium	Telescópio	Lacaille
Tri	Triangulum	Triângulo	Ptolomeu
TrA	Triang. Australe	Triângulo Austral	Bayer
Tuc	Tucana	Tucano (pássaro)	Bayer
UMa	Ursa Major	Ursa Maior	Ptolomeu
UMi	Ursa Minor	Ursa Menor	Ptolomeu
Vela	Vela	Vela (do Navio)	Lacaille
Virg	Virgo	Virgem	Ptolomeu
Vol.	Volans	Peixe Voador	Bayer
Vul	Vulpecula	Raposa	Hevelius



FAIXA ZODIACAL – No centro, a linha da Eclíptica.

ZODÍACO – O CAMINHO DOS MUNDOS

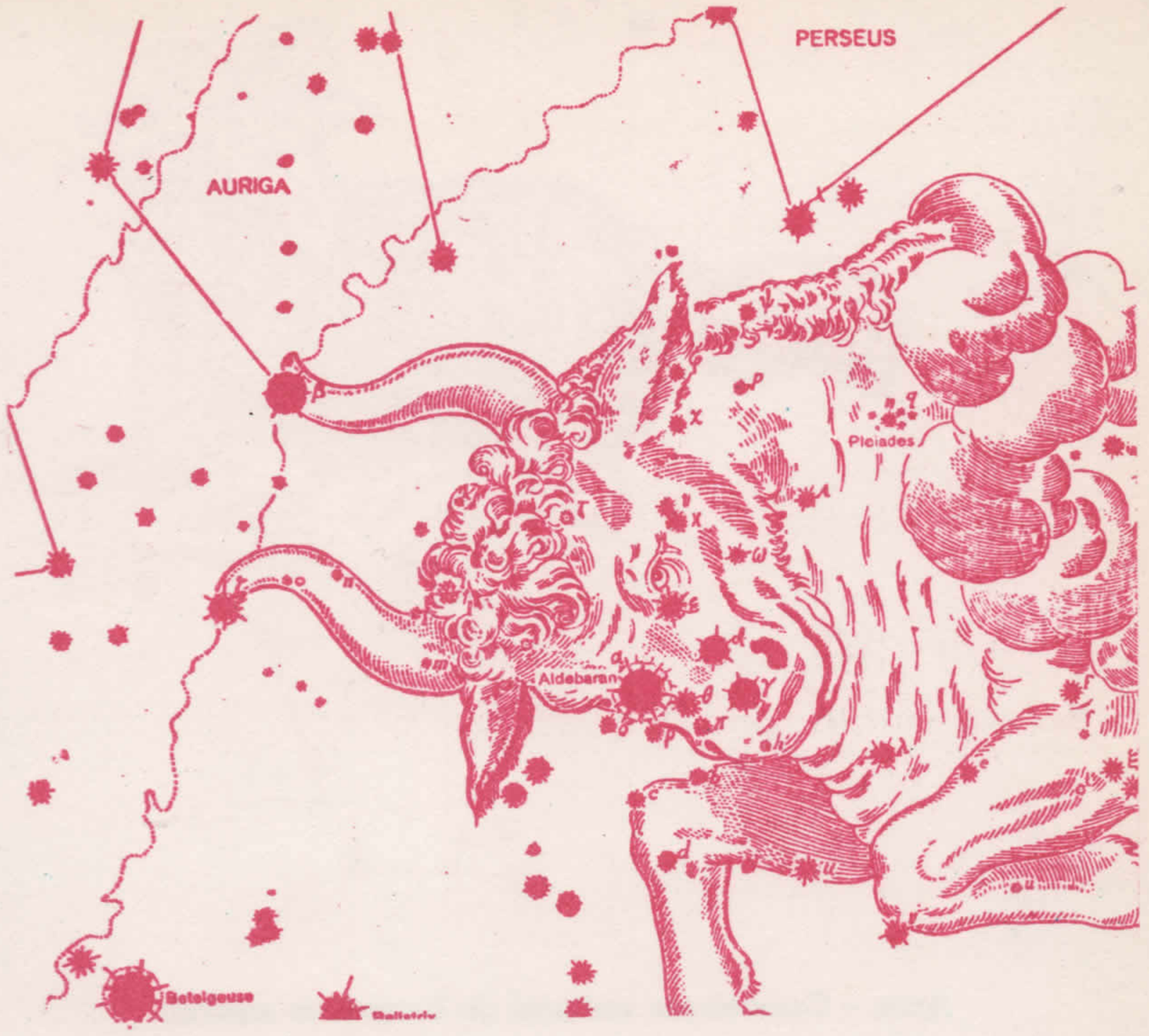
Todos conhecem, pelo menos de nome, as constelações zodiacais. São aquelas de cujos nomes se aproveitam os astrólogos para encher as algibeiras por conta da ingenuidade e da ignorância de muitos. Os horóscopos aí estão em todos os jornais e revistas, numa clara afirmação de que vivemos uma época sem cultura. Mas as constelações, zodiacais ou não, são meros efeitos de perspectiva. Não existe no céu uma Virgem ou um Escorpião, uma Balança ou um Sagitário. Existem figuras que imitam, grosseiramente, essas personagens milenares; figuras essas que os próprios movimentos estelares estão aos poucos desfazendo. Elas serão irreconhecíveis dentro de uns meros vinte milhões de anos...

O Zodíaco é uma faixa que rodeia todo o céu. Se traçarmos na abóbada celeste o caminho seguido pelo Sol durante um ano, encontraremos uma linha, denominada Eclíptica, que representa o plano do nosso sistema planetário. Pois o Zodíaco é uma faixa de cerca de 18 graus de largura que ladeia a Eclíptica (9 graus de cada lado). Compõe-se, esse cinturão estelar, de 12 divisões chamadas "signos", medindo cada uma delas 30 graus, donde: 30 × 12 = 360 graus do círculo zodiacal.

É preciso, porém, fazer a diferença entre **signos** e constelações, pois, atualmente, as constelações não coincidem com os signos. A faixa zodiacal, acompanhando a Eclíptica, faz com o Equador um ângulo de 23 graus e 27 minutos. Isso quer dizer que os dois círculos – Equador e Eclíptica, se cortam em dois pontos, chamados equinócios, enquanto apresentam a maior separação entre si em dois outros pontos chamados solstícios. Mas, como a Eclíptica desliza sobre o Equador, por efeito da inclinação do eixo da Terra, esses pontos não estão fixos: perfazem um giro completo em 25.800 anos. Assim, cada dois mil anos, o ponto equinocial passa de um signo para outro. As constelações deslizam para trás com relação às estações e épocas do ano. Por exemplo: na primavera, atualmente, o Sol ocupa lugar diferente daquele que

ocupava há dois mil anos atrás. Àquela época, no dia do equinócio da primavera, o Sol estava projetado nas primeiras estrelas da constelação de Aries, o Carneiro; há quatro mil anos, estava nas estrelas do Touro. Atualmente projeta-se sobre Pisces, os Peixes. Passados dois mil anos, estará centralizado, no equinócio da primavera, na constelação de Aquarius – é quando terá lugar a Era de Aquarius de que tanto se fala como se já nela estivéssemos...

Qual a origem do Zodíaco? Sobre esse tema fascinante já se escreveram milhares de páginas. Há quem pretenda provar que o Zodíaco é antiquíssimo, remontando a mais de quatro ou cinco mil anos. Outros garantem que o Zodíaco foi criado pelos gregos. O certo é que há duas maneiras a considerar no estudo da origem do cinturão zodiacal: foi ele criado de constelações, aos poucos, durante milênios; ou foi criado de uma vez, com signos, por um povo altamente civilizado, conhecedor dos movimentos planetários. Edmundo J. Webb, grande helenista, afirma qse foram os gregos os criadores do Zodíaco. Menciona o fato de que, antes dos gregos, a Balança era chamada "garras" (do Escorpião). Francoeur, porém, em sua monumental "Uranographie", demonstra a antigüidade do Zodíaco, descrevendo os zodíacos encontrados nos templos de Ensé e Denderá. Nos pórticos desses templos estão, já, esculpidas as figuras zodiacais – a Libra inclusive. Os antigos hindus também possuíam um Zodíaco semelhante ao nosso por volta do ano 3.600 a.C. Compunha-se das doze figuras clássicas, incluindo a Libra, que tinha o nome de Tchaitra. Os meses, para os indianos, eram contados de dois em dois, formando seis estações no ano.

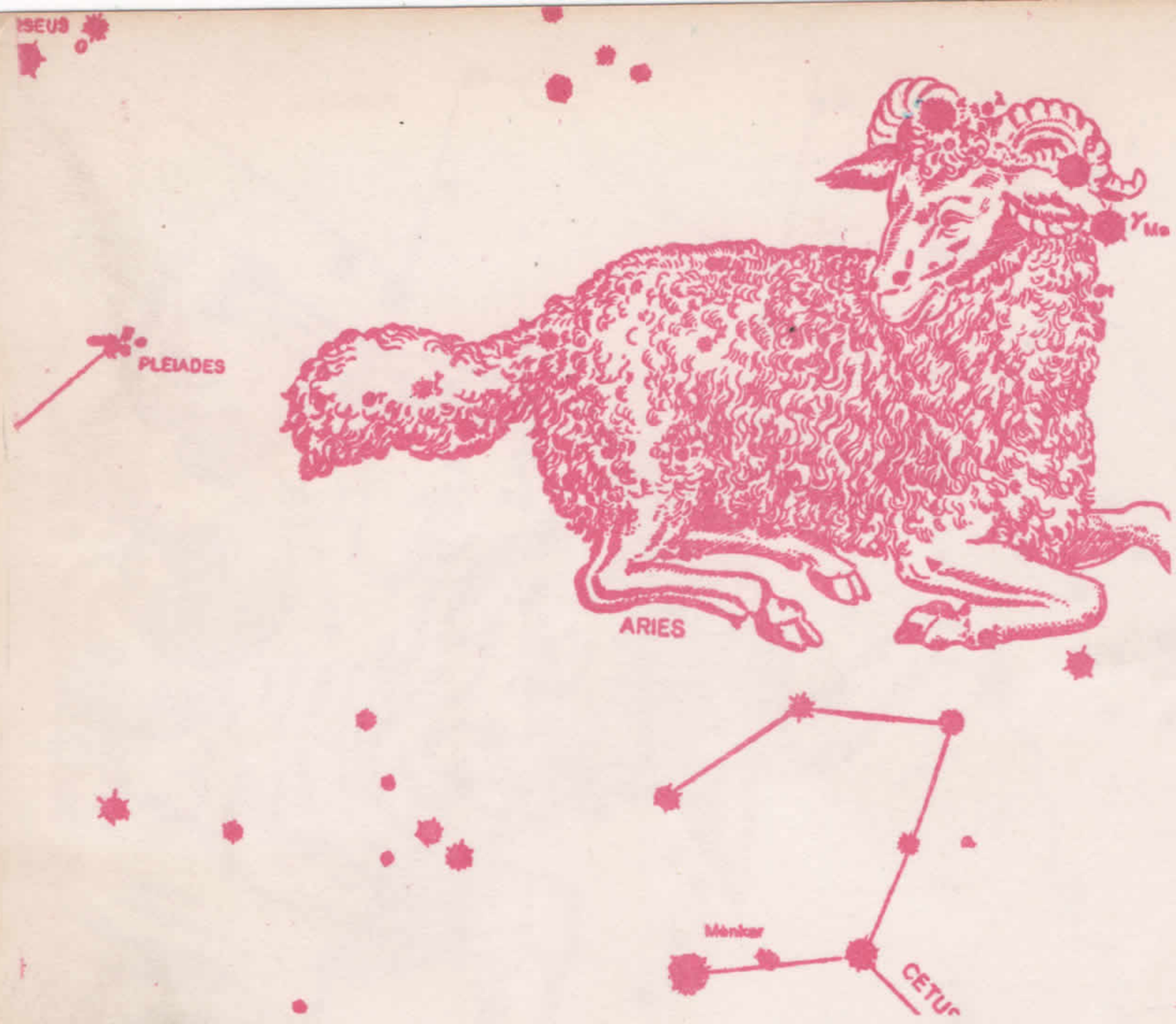


Taurus, o Touro – Constelação rica em estrelas.

A maioria dos estudiosos do Zodíaco aceita como certo o fato de que a origem do termo Zodíaco é a palavra grega Zódian, que significa, na verdade, "animalzinho". Mas Webb demonstra que essa palavra tem outra significação: "figura pintada ou entalhada", sem pressupor animal. É um erro etimológico que precisa ser esclarecido, mesmo porque encontramos na faixa zodiacal quatro figuras humanas (Virgem, Aquário e os Gêmeos), uma figura mista (Sagitário) e uma inanimada (a Balança).

Para Macrobius, poeta, historiador e filósofo do século V, os nomes zodiacais são descritivos do Sol e sua influência nas estações do ano. Ele explica assim a origem dos signos zodiacais:

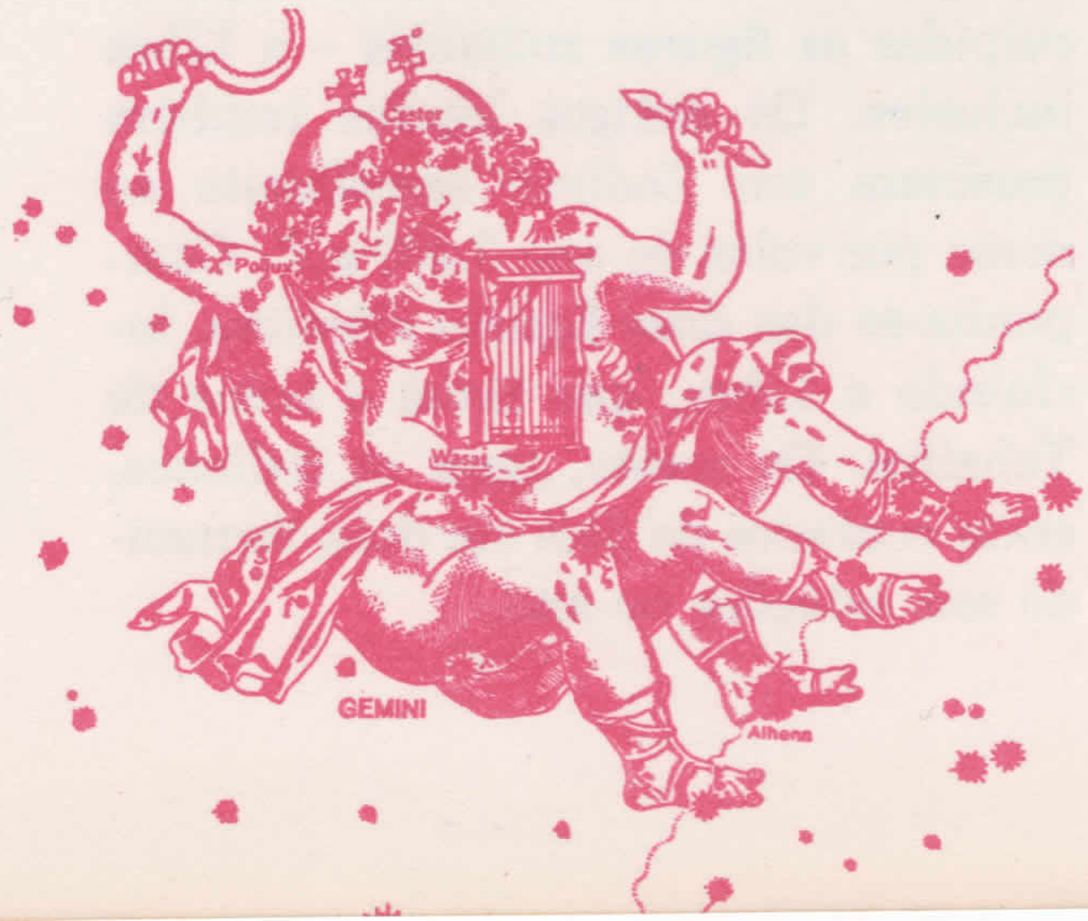
Aries, o Carneiro: o nome deriva de um hábito "notável" do carneiro, que costuma deitar-se sobre um lado do corpo durante seis meses; ao chegar o equinócio da primavera, levanta-se e logo ao



Áries – Constelação zodiacal do hemisfério austral.

deitar-se escolhe o outro lado do corpo, permanecendo deitado outros seis meses. Diz Webb que, se realmente o carneiro tem esse hábito, nunca ninguém o demonstrou. Taurus, o Touro: diz Macrobius que o Sol tem muito do touro e lembra o touro Ápis, adorado pelos antigos egípcios como a personificação do Sol. Gemini, os Gêmeos: aqui, compara Macrobius o Sol com os gêmeos da mitologia. É conhecida a lenda, segundo a qual, enquanto um dos gêmeos estava morto, o outro vivia – como o Sol "morre" e renasce cada dia. Câncer, o Caranguejo, é um animal "que não sabe andar direito" – diz Macrobius. É bem um símbolo do Sol, que se move, perpetuamente, num círculo oblíquo (a Eclíptica relativamente ao Equador). Contesta Webb: "Pode-se objetar que o Sol é menos oblíquo justamente nos solstícios, num dos quais se colocou o caranguejo". Pode-se, ainda, com Macrobius, vincular os ardores do Sol do verão à força do Leão; Virgo, a Virgem, carrega na mão uma espiga de trigo; isso demonstra a ação frutificadora do Sol na estação; Libra, a Balança, tinha, entre os gregos, o nome de Garras – aí nada encontrou Macrobius de particular. A respeito de Scorpio, o Escorpião, ele sugere que o Sol, como o aracnídeo, se esconde durante o inverno, recobrando sua atividade ao chegar a estação quente. Comenta Webb que a ação do Sol é benéfica, muito diversa daquela do Escorpião. Sagittarius, o Arqueiro, representaria o Sol que se funde a seu mais baixo nível (no horizonte) e degenera ao ponto em que o homem se converte em besta irracional. Arroja suas flechas numa demonstração de que, mesmo débil, dispende energia. Capricornus, a figura mais estranha do Zodíaco, meio peixe, meio bode, poderia representar o Sol que renasce procurando subir. Aquarius, o Aguateiro, é o símbolo solar que produz, com a umidade da terra, o vapor que se transforma em chuva. Pisces, os Peixes dizem, de maneira simbólica, que a energia solar atua tanto nas terras como nas águas. O arrazoado de Macrobius não convence Webb e nem a maioria dos estudiosos do Zodíaco.

Gêmeos – Símbolo altaneiro do amor fraterno.

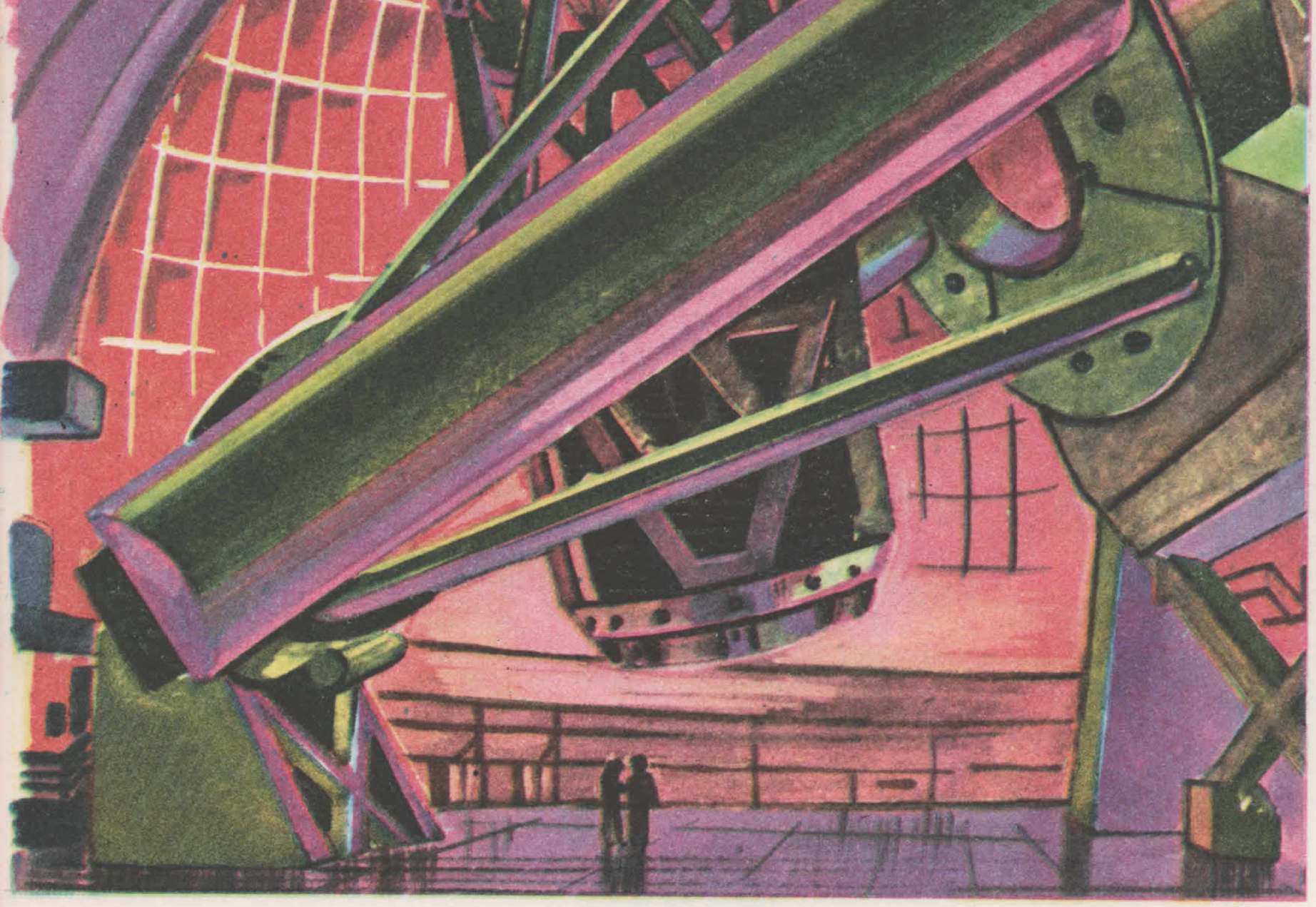


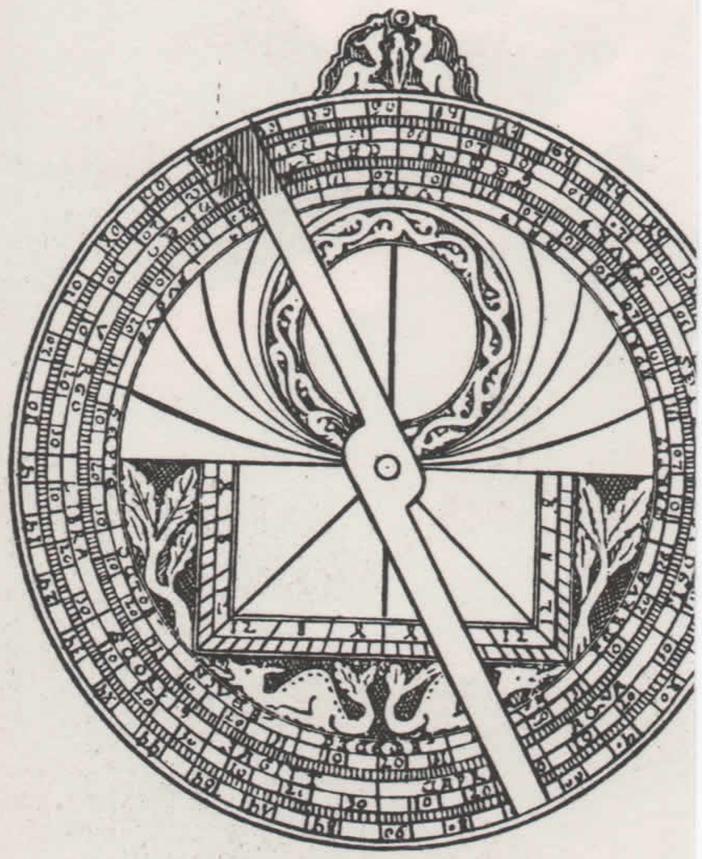
OBSERVATÓRIO SEM TELESCÓPIO
Estado atual de um observatório milenar situado na Índia.

A ASTRONOMIA E OS TELESCÓPIOS

Muita gente supõe que não se poderá estudar Astronomia sem o auxílio do telescópio, aparelho que serve para aproximar a imagem das coisas distantes (do grego tele = distância + skopein = ver). A história dessa ciência, no entanto, nos mostra que os princípios básicos sobre os quais se elevou o edifício da moderna Astronomia foram estabelecidos por astrônomos que não conheceram os telescópios. Os antigos egípcios, por exemplo, nos legaram preciosas observações acerca das estrelas apenas utilizando varas fincadas no solo e as suas famosas pirâmides; os maias, astecas e incas, da América do Sul, utilizando também as pirâmides como observatórios, nos deixaram muitos conhecimentos acerca do céu. Entre outros povos da Antigüidade, os babilônios, fenícios, gregos e árabes

Ao lado, o famoso telescópio de Hale, de duzentas polegadas de diâmetro. É o maior do mundo (Monte Palomar, Califórnia, EUA).





Antigo astrolábio.

adquiriram apreciável conhecimento sobre o mundo das estrelas sem que dispusessem de qualquer aparelho óptico.

Nunca utilizaram o telescópio os filósofos gregos que tanto contribuíram para o conhecimento dos corpos celestes: Aristóteles, que nos deu as primeiras noções corretas sobre a Terra e a Lua; Hiparco, que determinou as órbitas da Terra, da Lua e descobriu o movimento da precessão dos equinócios; Aristarco de Samos, que mediu a circunferência da Terra.

Mesmo em tempos mais recentes, encontramos exemplos de sábios que realizaram importantes descobertas sem se servirem de lunetas ou telescópios. Entre eles, podemos citar Copérnico, que reabilitou o antigo sistema planetário dos gregos, no qual era o Sol e não a Terra, o centro do sistema; Tycho Brahe, que nos deixou mapas preciosos e tabelas acuradas sobre movimentos planetários e, finalmente, Johannes Kepler, descobridor das leis que regem os movimentos dos planetas.

O conhecimento das constelações, das leis que determinam os movimentos dos

astros, tudo isso se conseguiu antes da invenção do telescópio, em 1610, por Galileu Galilei.

Foi nesse ano que Galileu apontou para o céu o primeiro telescópio fabricado por ele mesmo; era uma pequena luneta que não ampliava mais de trinta vezes. Com esse pequeno aparelho, Galileu descobriu os mares e montanhas da Lua, as fases de Vênus, o disco e os satélites de Júpiter, as manchas do Sol.

Existem hoje, espalhados pelo mundo, gigantescos aparelhos capazes de penetrar no espaço bilhões de quilômetros. Os dois maiores telescópios são o de Palomar, na Califórnia, Estados Unidos, com um espelho de cinco metros de diâmetro, e o grande telescópio soviético de 6 metros de abertura.

Antes da invenção do telescópio, os astrônomos utilizavam-se de instrumentos de medição. O mais antigo é, sem dúvida, o gnônom, que consistia em uma estaca plantada no solo e por cuja sombra se podia calcular a altura do Sol sobre o horizonte, determinando, assim, as horas do dia. Com o auxílio dos gnômons foi possível determinar algumas latitudes terrestres. A latitude é a distância em graus de arco de um ponto qualquer ao Equador.

Outro instrumento foi o triquétum, também chamado régua paraláctica, que consistia em três hastes, uma vertical, em cuja extremidade se fixava outra haste, sobre a qual deslizavam duas ou três réguas menores, com as quais se podiam medir distâncias angulares. Durante a Idade Média foi muito utilizada a chamada Vara de Jacob, também conhecida como balestilha, para a medição de ângulos. Utilizavam-se, também, enormes círculos graduados, os quais foram depois substituídos por setores desses círculos; chamados quadrantes, sextantes, oitantes, etc..

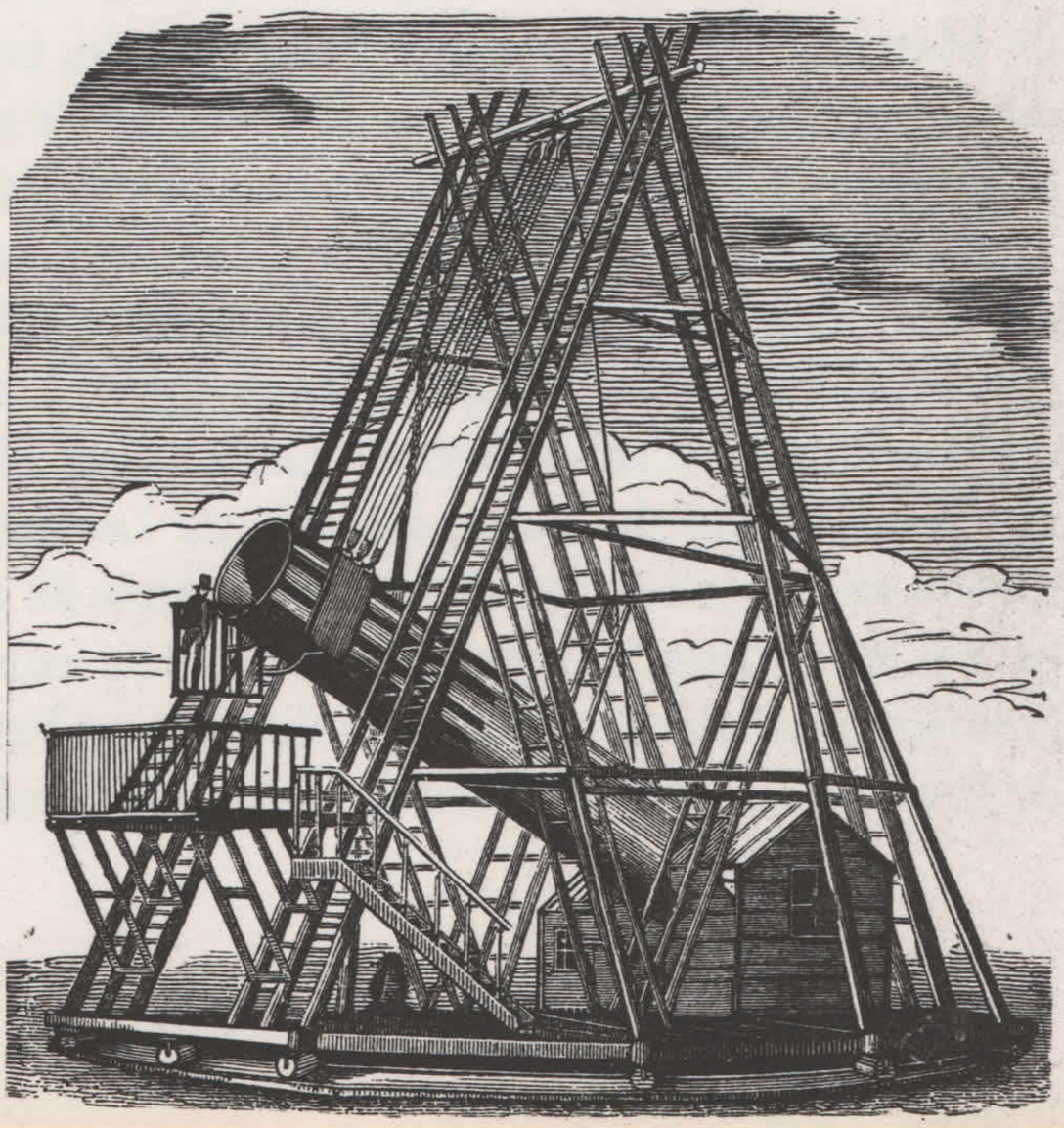
Outro instrumento muito utilizado foi o astrolábio, destinado, também, às medidas angulares.

Hoje, os astrônomos utilizam sextantes de grande precisão e até mesmo um aparelho denominado astrolábio impessoal de Danjon, o qual permite determinar as coordenadas geográficas quase que instantaneamente. Outros instrumentos modernos permitem determinar a composição química das estrelas, como o espectroscópio.

Os astrônomos utilizam, também, o radiotelescópio, que capta as ondas de rádio de longínquas fontes no Universo, permitindo a elaboração de um mapa radioastronômico dessas fontes.

As naves espaciais automáticas lançadas ao espaço completam o extraordinário arsenal de máquinas ultrasofisticadas que os astrônomos de hoje utilizam para a pesquisa do mundo em que vivemos.

Abaixo: O maior telescópio construído por Guilherme Herschell, o descobridor do planeta Urano e iniciador da astronomia sideral.



Gravura antiga mostrando as instalações do Observatório Imperial do Rio de Janeiro em 1881.

A ASTRONOMIA NO BRASIL

As pesquisas e estudos no Brasil tiveram início em 1638, quando os holandeses se instalaram no nordeste brasileiro. O conde Maurício de Nassau trouxe consigo uma grande comitiva de cientistas para estudo da região. Entre estes, vinha Jorge Marcgrave, botânico, mineralogista e astrônomo, o qual instalou, numa das torres do castelo de Nassau, chamado Palácio Friburgo, na Ilha de Martim Vaz, um pequeno observatório, com o qual trabalhou durante alguns anos, realizando trabalho de real valor. Foi este o primeiro posto astronômico do hemisfério sul.

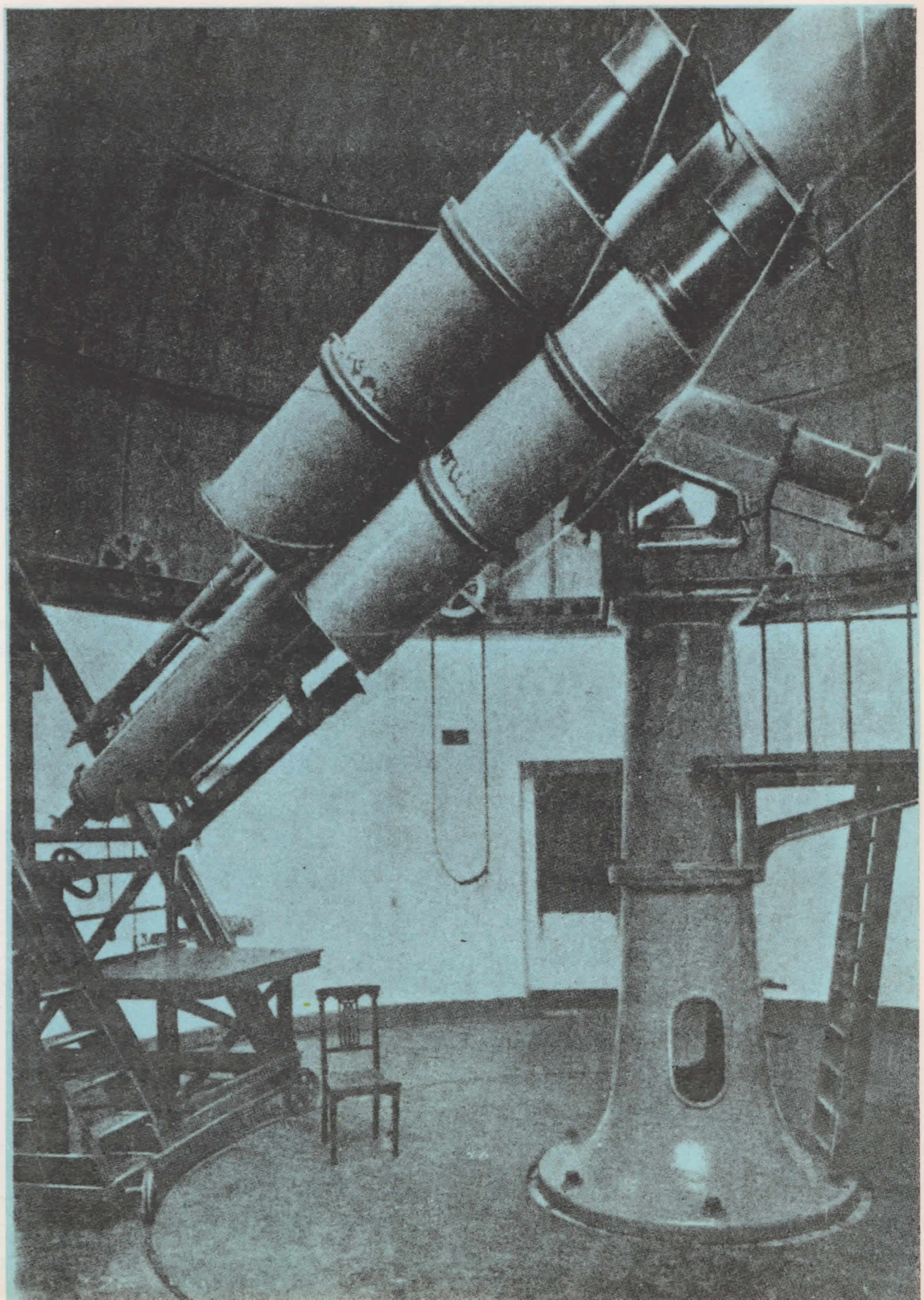
Posteriormente, foi fundado o Observatório Imperial do Rio de Janeiro, no qual se distinguiram grandes astrônomos brasileiros e europeus. Em 1870, o Imperador D. Pedro II nomeou para dirigir o Observatório o sábio francês Emmanuel Liais, que trabalhara no Observatório de Paris, ao lado de Leverrier. O Observatório tornou-se famoso e participou ativamente da pesquisa astronômica em nível internacional. Liais contou com a colaboração de grandes brasileiros, entre os quais Manuel Pereira Reis e o Conde de Prado. Liais foi substituído por Louis Cruls, que elevou ainda

EMMANUEL LIAIS – Primeiro Diretor do Observatório Imperial do Rio de Janeiro.

DR. LUÍS CRULS.

mais o nome do Observatório. Foi Cruls chefe da comissão nomeada pelo Imperador para escolher, no Estado de Goiás, o local para a edificação futura da capital brasileira – Brasília. Nomes famosos passaram pelo nosso Observatório, tais como Oliveira Lacaille, Nuno Alves da Silva Duarte, Alix de Lemos, Henrique Morize, Sampaio Ferraz, Allyrio de Mattos e muitos outros. Em 1921, o Observatório, que funcionava no Morro do Castelo, foi transferido para o Morro de São Januário.

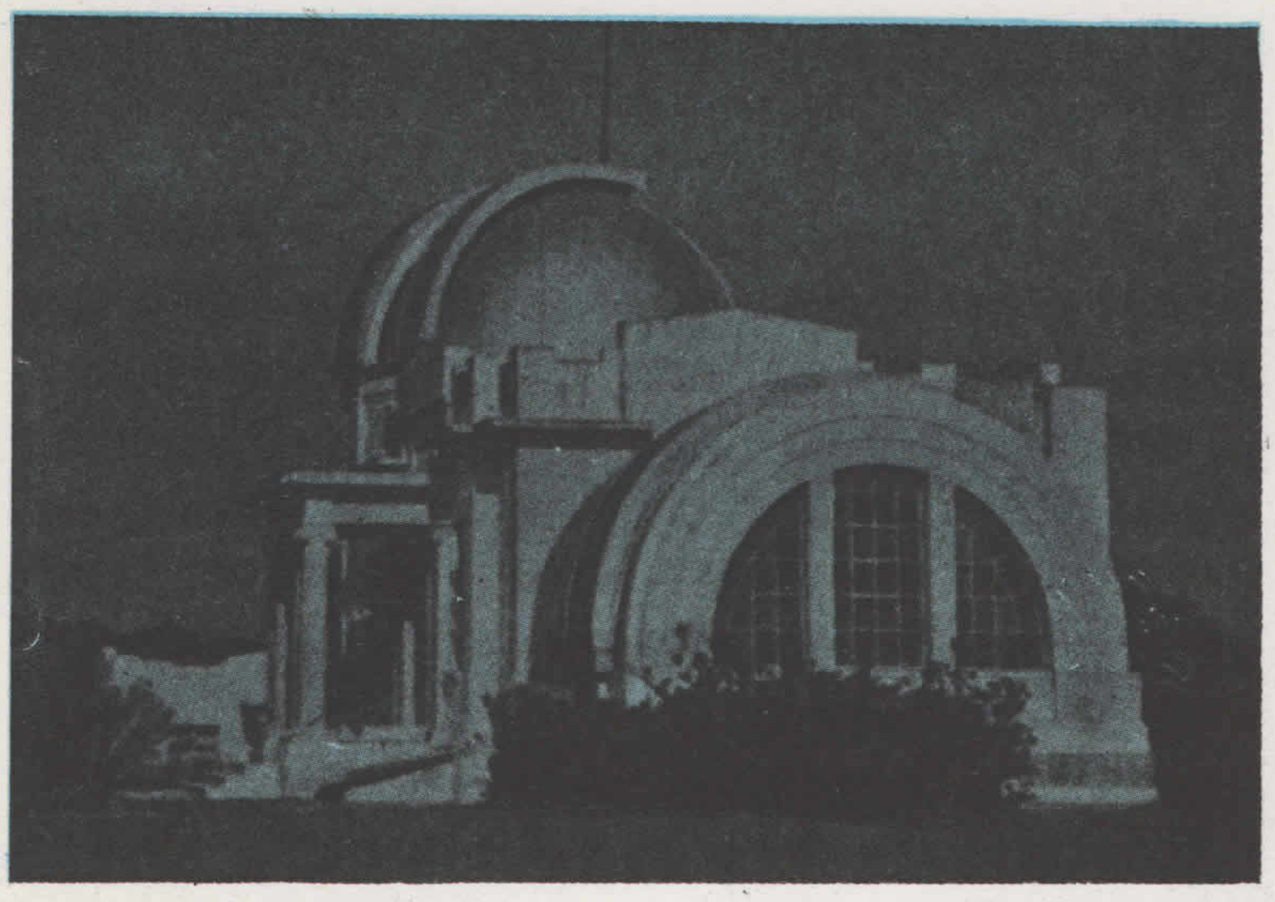
O Observatório atual, com o nome de Observatório Nacional, está ligado ao Conselho Nacional de Pesquisas. Um dos mais destacados astrônomos brasileiros é o Dr. Ronaldo Rogério de Freitas Mourão, autor de um Atlas Celeste e vários livros de divulgação, além de teses sobre Astronomia. É doutorado pela Sorbonne e tem vários cursos de especialização em vários países. Recentemente, tornou-se famoso mundialmente, ao descobrir, no Observatório do Chile, em colaboração com o francês Dehoge, nada menos que catorze planetóides.

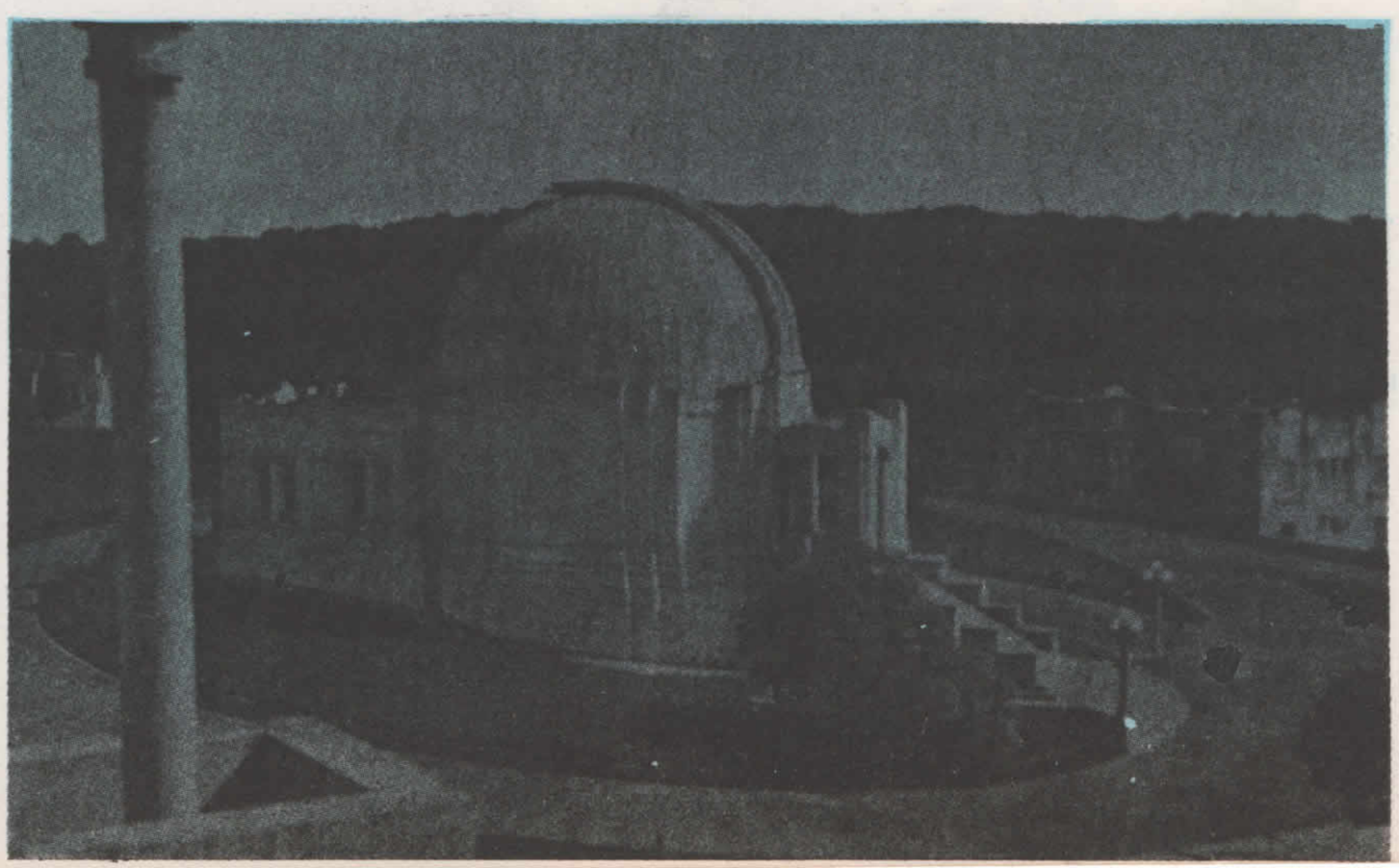


Observatório Nacional. Equatorial Cooke: abertura 45,8 cm; distância focal 649,9 cm. Adquirida por H. Morize em 1922. As câmaras têm: abertura 25 cm; distância focal 175 cm; campo 16º, com chapas de 24 x.

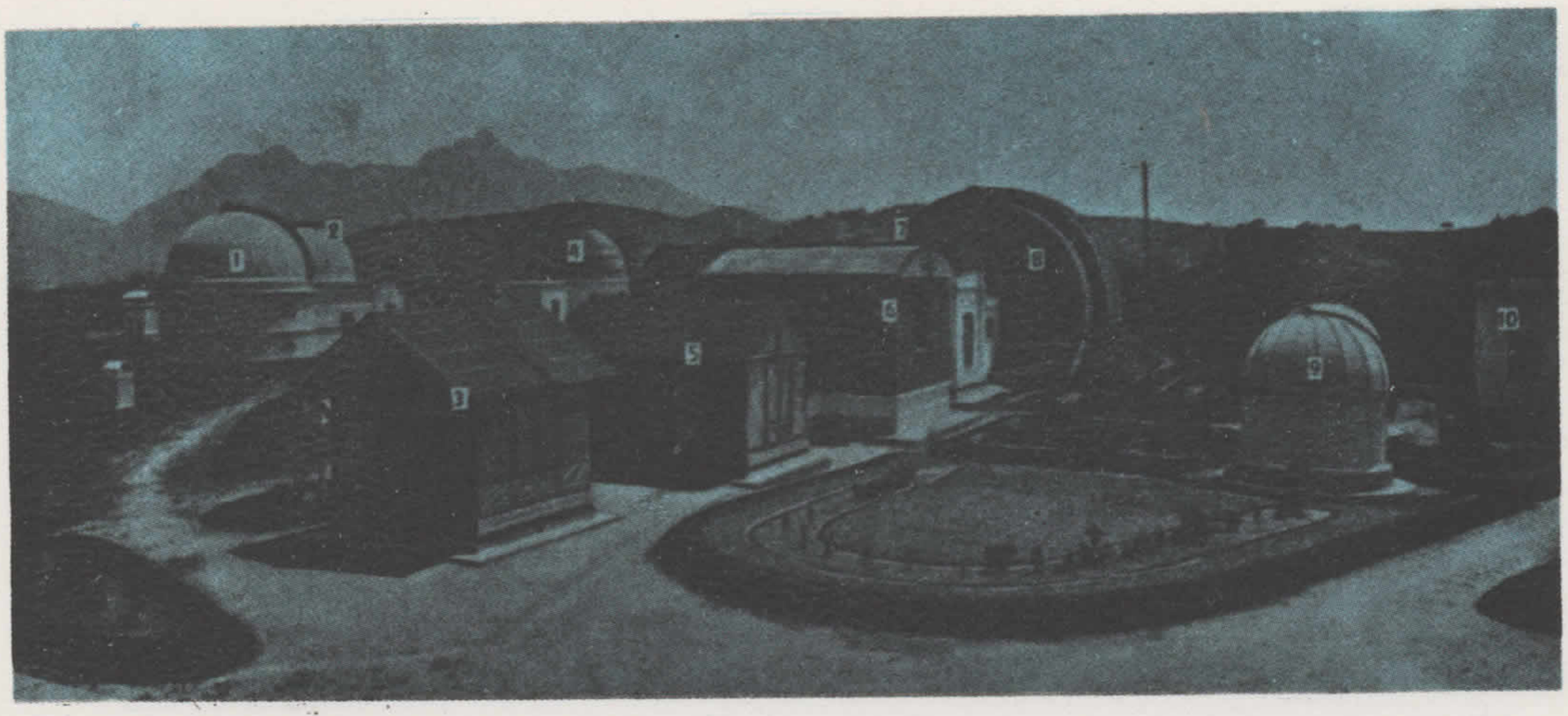
A Astronomia teve início em São Paulo em 1902, com as pesquisas de José Belfort de Mattos, que instalou na Avenida Paulista um observatório que ficou famoso pelos seus trabalhos de Astronomia e Meteorologia. Com a morte desse cientista, a instituição foi confiada ao Dr. Alypio Leme de Oliveira, que projetou e construiu um novo observatório no bairro de Água Funda, o qual funciona anexo à Universidade de São Paulo (USP). Durante muitos anos, o astrônomo Alexandre Postoieff, que trabalhara no Observatório de Pulkova, dedicou-se ao Instituto Astronômico e Geofísico de São Paulo, elaborando o Anuário Astronômico.

Há, hoje, no Brasil, observatórios muito bem aparelhados, realizando trabalhos dos mais eficientes: em Vassouras, no Rio de Janeiro, e em Belém, no Pará, funcionam observatórios magnéticos regionais subordinados ao Observatório Nacional; em Brasília, há uma Estação-Piloto do Serviço da Hora; em São Paulo, funciona a sede administrativa da Coordenação de Radioastronomia da Universidade Mackenzie, que mantém, em convênio com os observatórios do Rio e São Paulo, um Rádio-Observatório na cidade paulista de Atibaia. Em Brasópolis, Minas Gerais, está instalado no Pico dos Dias, o Observatório Astrofísico Brasileiro, modernamente aparelhado e com um corpo de astrônomos do mais alto nível. Há, ainda, em Valinhos, São Paulo, o Observatório Abrahão de Morais, que trabalha em convênio com o Instituto Astronômico e Astrofísico da Universidade le São Paulo.





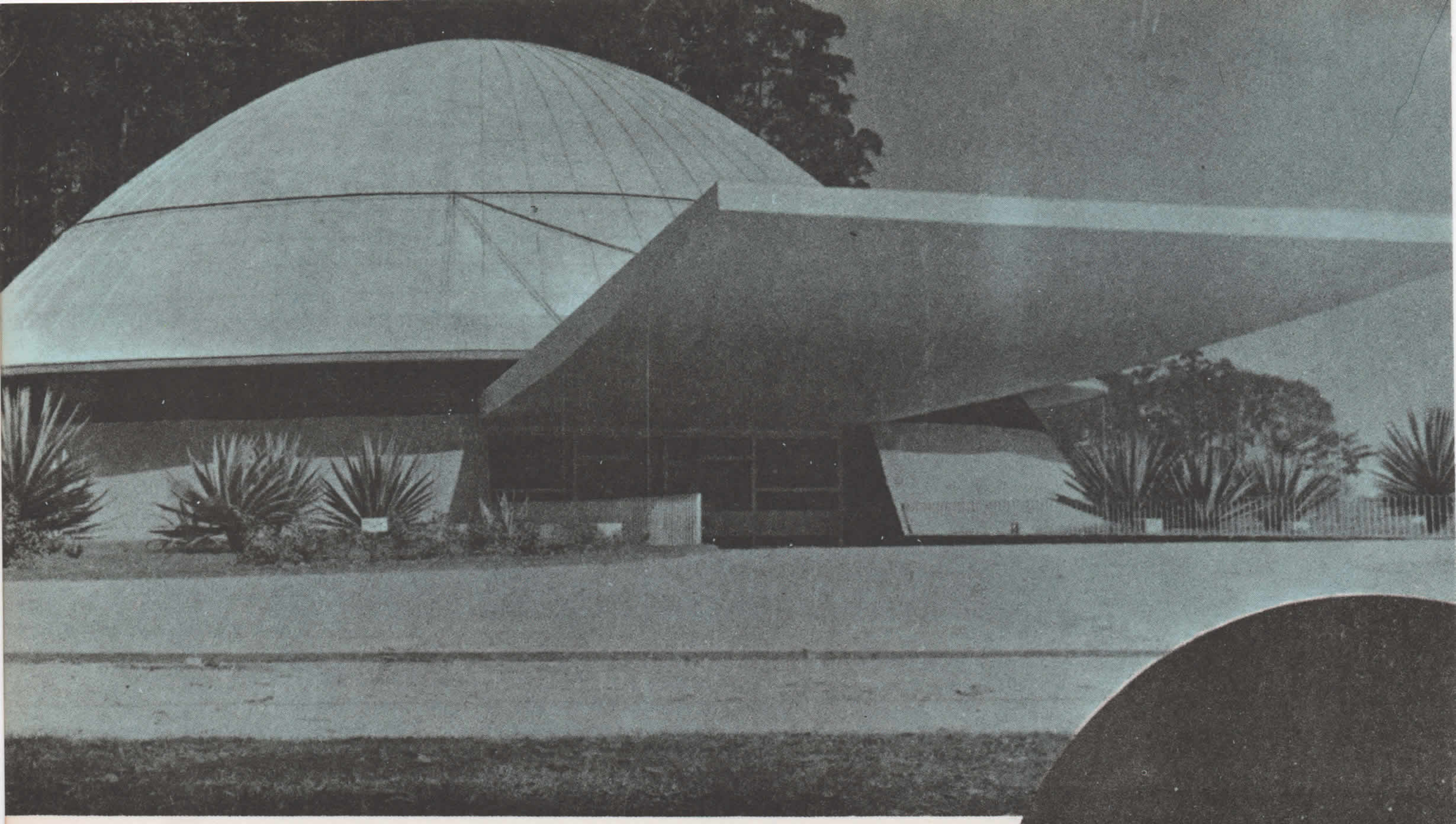
Dois aspectos do Instituto Astronômico e Geofísico de São Paulo.

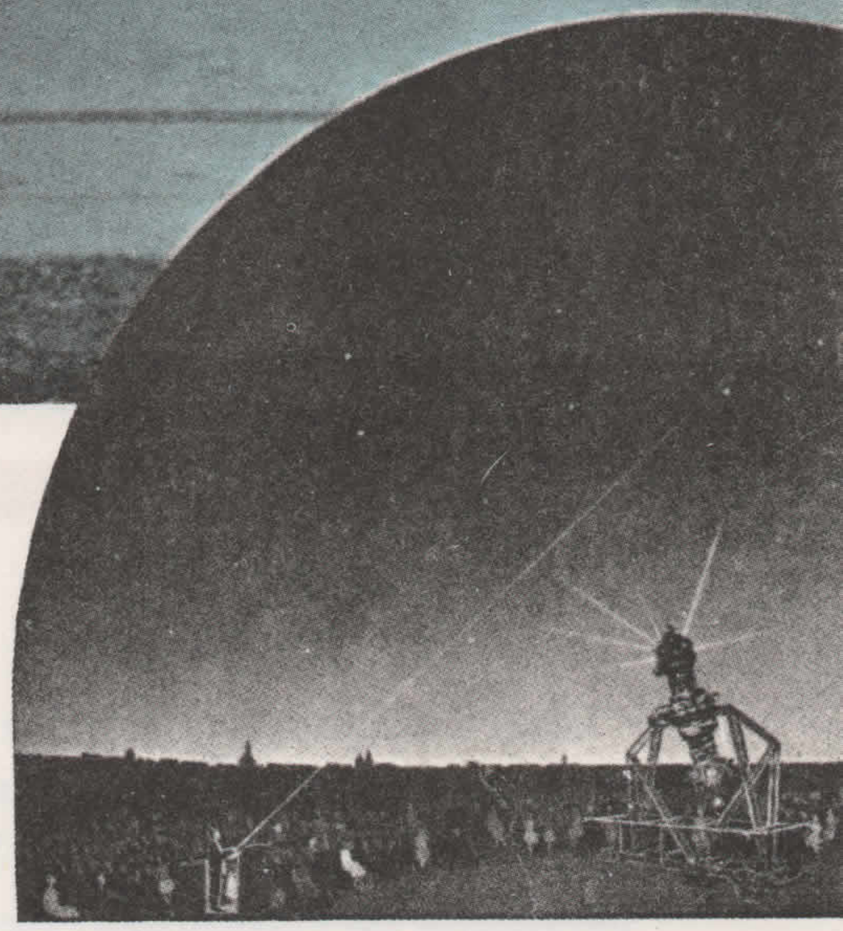


Vista do Observatório do Rio de Janeiro (1935). 1) Equatorial Heyde (abertura: 21 cm, adquirida em 1910). 2) Equatorial Cooke (abertura: 32 cm, adquirida em 1893). 3) Luneta Zenital Talcott (abertura: 11 cm, adquirida em 1922). 4) Equatorial Cooke (abertura: 45,8 cm, adquirida em 1922). 5) Antiga luneta de passagens Heyde, para o serviço da hora (adquirida em 1910). 6) Luneta de passagens Bamberg para o serviço da hora (abertura: 8 cm). 7) Equatorial fotográfica Heyde (abertura: 10 cm). 8) Círculo meridiano Gautier (abertura: 20 cm, adquirida em 1893). 9) Fotoheliógrafo Zeiss (abertura: 11 cm). 10) Novo serviço da hora, com osciladores de quartzo Belin.

Em Campinas, funciona atualmente o antigo Observatório do Capricórnio, fundado por Jean Nicolini, o qual foi encampado pela Prefeitura Municipal e trabalha em convênio com o Observatório do Valongo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Universidade de Campinas. Em Feira de Santana, Bahia, existe o Observatório Antares, instalado por Augusto César Orrico para a Fundação Universidade de Feira de Santana, que realiza pesquisas em convênio com o Observatório Nacional.

A Astronomia de amadores está muito bem representada no Brasil, com inúmeras associações, dentre as quais convém destacar: a Sociedade Brasileira dos Amigos da Astronomia, fundada em 26 de fevereiro de 1947, por Rubens de Azevedo, a qual publica um periódico mensal, o Zodíaco; a Sociedade Astronômica do Recife e o Clube Estudantil de Astronomia, ambos em Pernambuco; a Sociedade Riograndense de Astronomia, em Porto Alegre; a União Brasileira de Astronomia, entidade que congrega as associações e os amadores brasileiros e que tem sede rotativa, tendo já funcionado em João Pessoa, PB, Fortaleza, CE, Recife, PE, encontrando-se atualmente em Porto Alegre, RS. Entre os amadores cujo trabalho é considerado dos melhores, podemos destacar: Jean Nicolini e Nelson Travnik, em Campinas; Vicente Ferreira de Assis Neto, em S. Vicente de Paula, MG; Nilo Perissinoto, Christiano Murghel e Reynaldo Garcia, da União de Amadores de Astronomia de S. Paulo; André Posso Martins, de S. Paulo; Geraldo Falcão da Paixão e Jorge Polman, de Recife; Padre Jorge O'Grady, autor de um excelente Dicionário Brasileiro de Astronomia e Astronáutica, do Rio de Janeiro; Roberto Frangetto, de Santos. E muitos outros abnegados que fazem do estudo do céu o seu trabalho essencial.





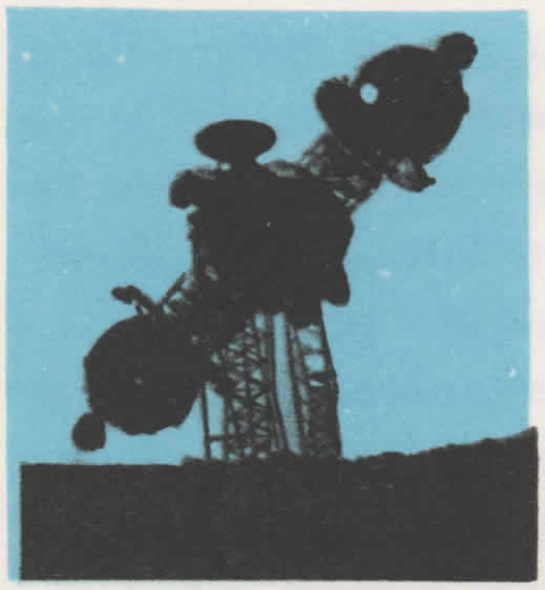
PLANETÁRIO – O CÉU ARTIFICIAL

Segundo nos conta a História, foi Arquimedes o primeiro homem a imaginar e construir um aparelho capaz de mostrar o céu, com os astros em seus movimentos. O primitivo engenho constituía-se de um globo oco, no interior do qual se achavam desenhadas as principais constelações, que o observador podia reconhecer através de aberturas existentes no globo. O aparelho era movimentado por uma roda d'água e devia funcionar muito a contento, pois é sabido que esse globo, após a conquista de Siracusa, foi doado a Pedro, o Grande, da Rússia e instalado no palácio imperial de São Petersburgo.

No decorrer dos séculos, muitos modelos representativos do céu foram construídos pelo homem. Já em tempos modernos, em 1912, a Academia de Ciências de Chicago orientou a construção do globo chamado de Atwood, com quatro metros de diâmetro, e que mostra estrelas até à 4ª magnitude, além dos movimentos aparentes do Sol e da Lua e o giro do céu estrelado.

O tipo de planetário que hoje conhecemos foi construído pelo engenheiro Walther Bauersfeld, da fábrica Zeiss, por encomenda de Oskar von Muller, diretor do Museu Alemão de Munique. Este planetário funciona por reflexão:

O Planetário pode reproduzir na abóbada os movimentos dos astros, as coordenadas astronômicas e as figuras das constelações.

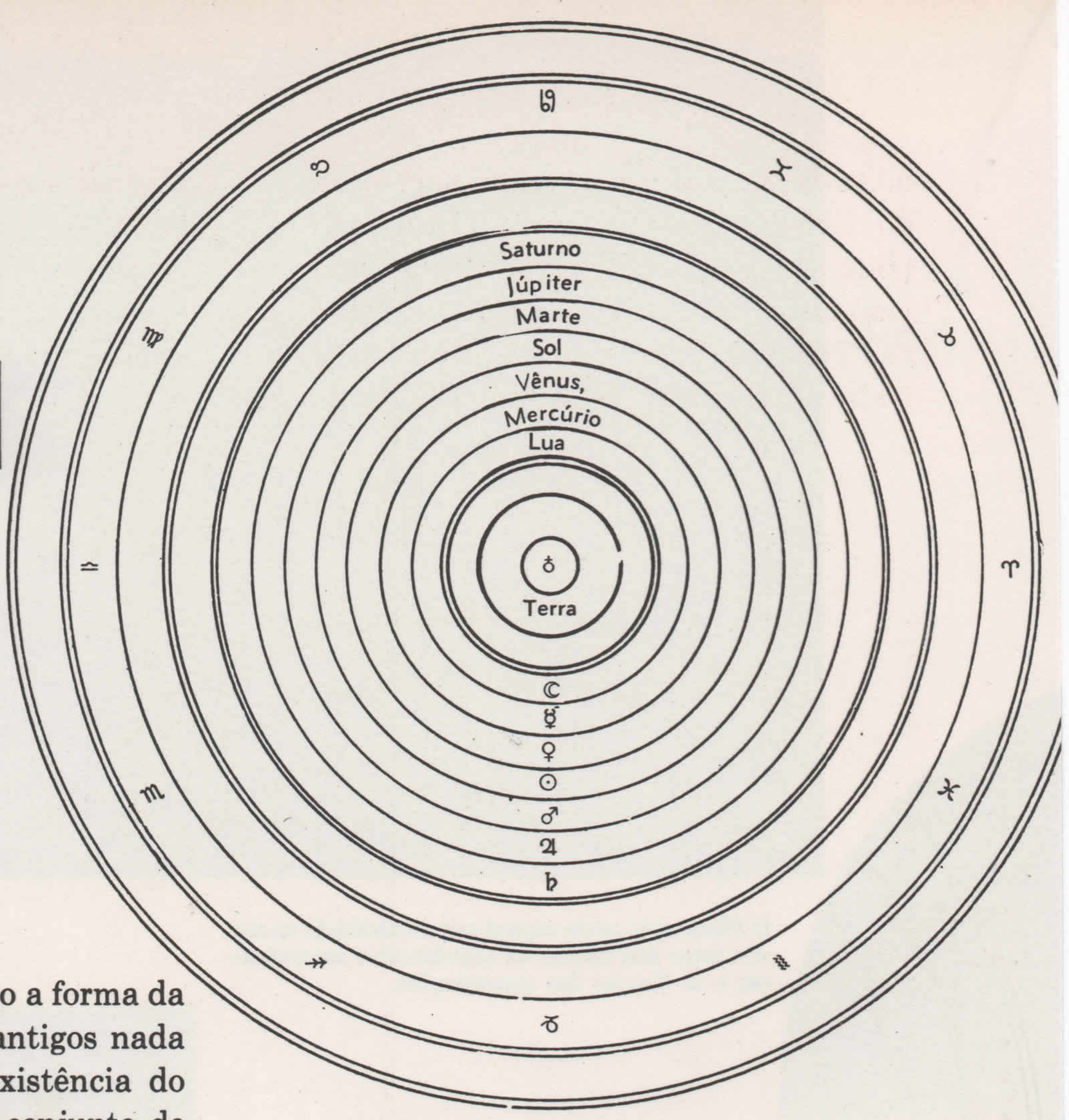


Projetor Zeiss.

dois globos, onde há dispositivos metálicos com as estrelas, projetam a imagem do céu numa cúpula hemisférica. Ao mesmo tempo, há pequenos projetores para o Sol, a Lua, os planetas, cometas, etc. O aparelho movimenta-se de acordo com os movimentos aparentes da Terra e o céu assim reproduzido é perfeitamente igual àquele que nos oferece a Natureza. Muitos aperfeiçoamentos foram introduzidos no planetário, que se apresenta como uma das maravilhas do mundo moderno. Há planetários aos milhares, espalhados em todo o mundo: Nova York, Washington, Chicago, Londres, Tóquio, Paris, Moscou, Berlim, Praga, enfim, todas as grandes cidades. No Brasil há planetários em São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Santa Maria (RS), Brasília, Goiânia, Curitiba e Florianópolis. Estão programados planetários para o Recife, João Pessoa, Fortaleza, etc.

Além de ser um auxiliar didático-pedagógico de primeira necessidade no mundo atual, é, ainda, o planetário uma ferramenta turística indispensável. Uma área de lazer dotada de um planetário é o que se pode desejar de mais apropriado.

O SISTEMA SOLAR



Desenho do sistema Geocêntrico de Cláudio Ptolomeu.

Desconhecendo até mesmo a forma da Terra, era natural que os antigos nada soubessem a respeito da existência do Sistema Solar, ou seja, do conjunto de astros que giram em torno do Sol: planetas, satélites, cometas e planetóides.

Os primeiros observadores verificaram que alguns astros se deslocavam entre as estrelas, enquanto estas permaneciam aparentemente fixas. A esses astros deram o nome de **planeta** – palavra grega que significa "errante". Com o decorrer do tempo, verificaram que esses planetas percorriam certos caminhos, deslocando-se sobre uma estreita faixa do céu. A essa faixa deram o nome de Zodíaco, organizando uma coleção de doze constelações, as quais são conhecidas de todos: Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo, Libra, Scorpio, Sagittarius, Capricornus, Aquarius e Pisces. Deram aos planetas nomes retirados da mitologia greco-romana: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno.

Baseando-se apenas nas aparências, imaginaram que os planetas, o Sol e a Lua giravam ao redor da Terra no espaço de um dia. E organizaram um sistema que se convencionou chamar **Geocêntrico** (de Geo = Terra). No ano 150, de nossa Era, o astrônomo Cláudio Ptolomeu publicou no seu livro Magnun Opus (A Grande Obra), também conhecido pelo nome árabe de Almagesto, o desenho do Sistema Geocêntrico, onde vemos a Terra no centro e circulando ao seu redor os demais planetas, o Sol e a Lua. Durante muitos séculos, esse sistema prevaleceu.

No ano de 1543, após ter estudado as teorias dos antigos gregos, o monge polonês Nicolau Copérnico publicou uma obra intitulada Das Revoluções dos Corpos Celestes, onde declarava ser o Sol, e

não a Terra, o centro do sistema do mundo. Esse sistema foi chamado **Heliocêntrico** (do grego Hélios = Sol) e causou verdadeira revolução nas idéias da época. Todavia Copérnico não tinha uma idéia aproximada da grandiosidade do Universo, acreditando, por exemplo, que as estrelas giravam também ao redor do Sol. Por essas e outras razões, seu sistema sofreu posteriores correções até que se chegasse à atual concepção do Universo.

Nicolau Copérnico e o desenho do sistema Heliocêntrico.

TÁBUA DE SATÉLITES DO SISTEMA SOLAR

PLANETA	SATÉLITE Nome	Nº Ordem	MAGNIT.	DIÂMETRO Km	INCL. ÓRB.	REV. SIDERAL (Dias)
Terra	Lua	–	–12,7	3.476	5º8',7	27,322
Marte	Fobos	1	11,6	15	(1º,1)	0,319
	Deimos	1	12,8	8	2º,7	1,262
Júpiter	Amaltéia	5	13,0	(190)	(10º41)	0,498
	Io	1	5,5	3.550	(10º11)	1,769
	Europa	2	5,7	3,100	(1',03)	3,551
	Ganímedes	3	5,0	5,600	(5',22)	7,155
	Calisto	4	66,3	5.050	(25',75)	16,769
	Himalaia	6	13,7	(140)	28º,4	250,6
	Lisitéia	10	19,0	(20)	28º,8	260,0
	Elara	7	17,0	(40)	27º,8	260,1
	Ananke	12	19,0	(25)	146º,7	631,0
	Carme	11	19,0	(20)	163º,4	692,5
	Pasifle	8	18,0	(30)	148º,2	743,7
	Sinope	9	19,0	(20)	153º,0	746,6
Saturno	Anel	10	14			
	Janus	10	14	(350)	(0)	0,749
	Mimas	1	12,1	(600)	(1º,5)	0,942
	Encélado	2	11,16	(600)	(0)	1,370
	Tétis	3	10,5	1.000	(1º,1)	1,888
	Dionéia	4	10,7	(1.200)	(0)	2,737
	Réia	5	10,0	1.300	(0º,4)	4,518
	Titã	6	8,3	4.950	(0º,3)	15,95
	Hipérion	7	13,0	(500)	(0º,4)	21,2ℰ
	Japet	8	10 a 12	(1.800)	18º,4	79,33
	Febe	9	14,5	(200)	175º,1	550,4
Urano	Miranda	5	19,0	(200)	(0)	1,41
	Ariel	1	15,2	(900)	(0)	2,520
	Umbriel	2	15,8	(700)	(0)	4,144
	Titânia	3	14,0	(1.700)	(0)	8,706
	Oberon	4	14,3	(1.600)	(0)	13,46
Netuno	Tritão	1	13,6	(5.000)	160º	5,877
	Nereida	2	19,5	(300)	(27º,5)	

ASTRO	DIST. DO SOL (km)	DIÂM. (km)	ROTAÇÃO	REVOLUÇÃO	INCL. EIXO	DENSIDADE (*)	VOLUME (+)	SATÉLITES
Mercúrio	58.000.000	4.800	58 dias	88 dias	28º	5,6	0,55	–
Vênus	108.140.000	12.190	244 dias	224 dias	3º	5,1	0,888	–
Terra	149.000.000	12.756	23h 56m 4s	365d 6h	27º27'	5,52	1	1
Marte	227.800.000	6.780	24h 37m 23s	686 dias	24º08	3,9	0,151	2
Júpiter	777.700.000	142.700	9h 56m 56s	12 anos	3º1	1,31	1.338	14
Saturno	1.430.000.000	120.000	10h 14m 00s	29 anos	26º,7	0,69	765	10
Urano	2.870.000.000	47.100	10h 49m 00s	84 anos	98º,0	1,7	48	5
Netuno	4.494.000.000	50.000	15h 48m 00s	165 anos	29º,0	2,3	42,3	2
Plutão	5.900.000.000	6.000	6 dias 9h	247 anos	?	?	?	?

* Em relação à água + Em relação à terra

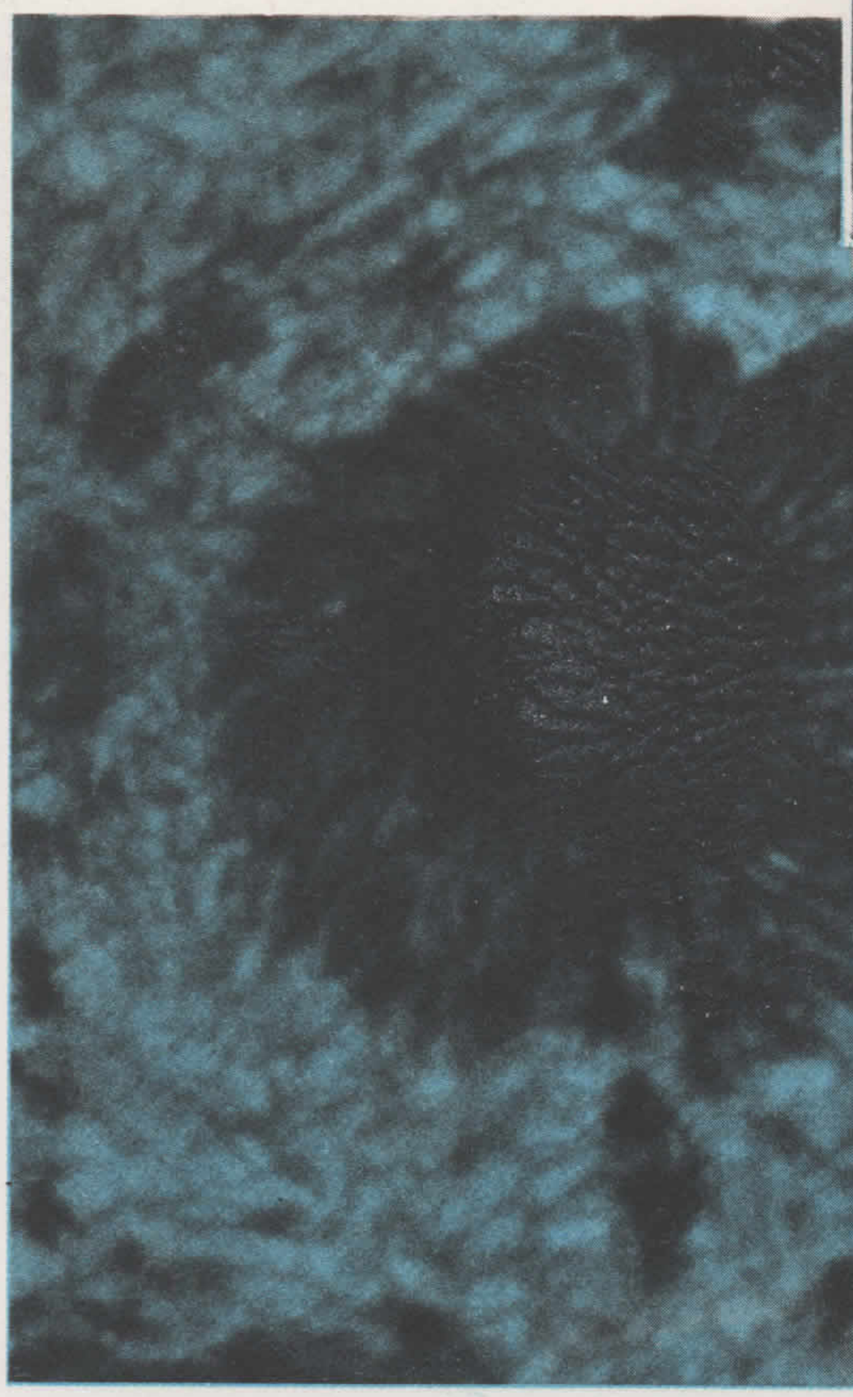
Fotografia do Sol tomada durante um período muito rico em "manchas".

O SOL – MONARCA INCOMPARÁVEL

O Sol é a nossa estrela. Ao seu redor, giram, obedientemente, a Terra com a Lua e os demais planetas acompanhados de suas luas. Do Sol é que nos vem a luz do dia, é dele que depende a vida. Nenhum fenômeno terrestre escapa à influência direta ou indireta dessa gigantesca fornalha que nos aquece e sustenta no espaço.

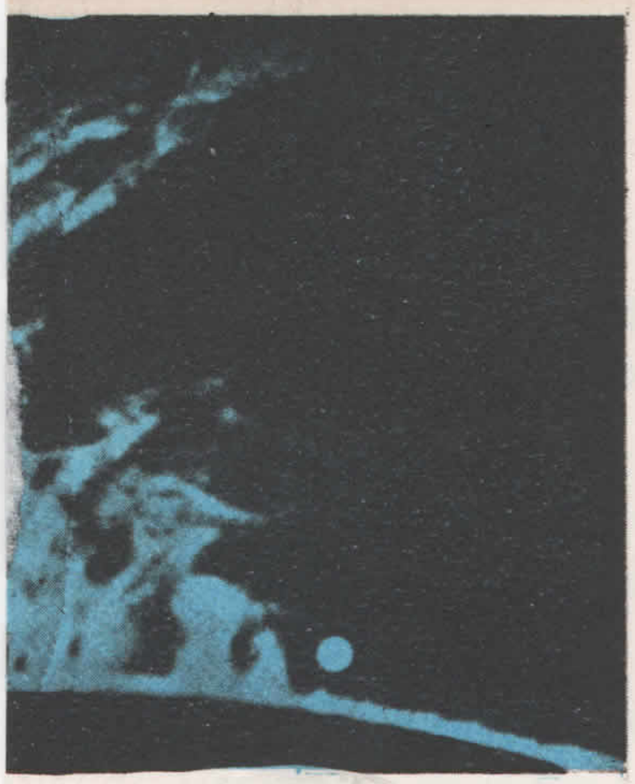
Todas as fontes de energia de que se serve a humanidade são provenientes do Sol. Sem sua luz e energia, não existiriam as florestas e, conseqüentemente, as jazidas de petróleo e carvão-de-pedra, principais combustíveis do homem na atualidade. É o Sol que aquece a atmosfera, a superfície das terras e das águas. Além disso, incidindo sobre as plantas, os raios solares promovem a decomposição do gás carbônico do ar, de forma que o carbono é fixado pelas plantas, que o transformam em células, tecidos e produtos vegetais em geral; e o oxigênio é devolvido à atmosfera, desse modo provida desse gás indispensável aos seres vivos. O carbono das plantas e o oxigênio do ar voltam de novo a unir-se quando há combustão, reconstituindo o gás carbônico e assim o ciclo prossegue indefinidamente, o que garante a sobrevivência das espécies.

Os antigos já sabiam que devemos a vida ao Sol. O faraó Amenófis IV, que mudou o seu nome para Akhenáton (o Sol está contente), compôs um Hino ao Sol, no qual expõe, quase cientificamente, o modo pelo qual o Sol nos sustenta. Eis um trecho desse hino:



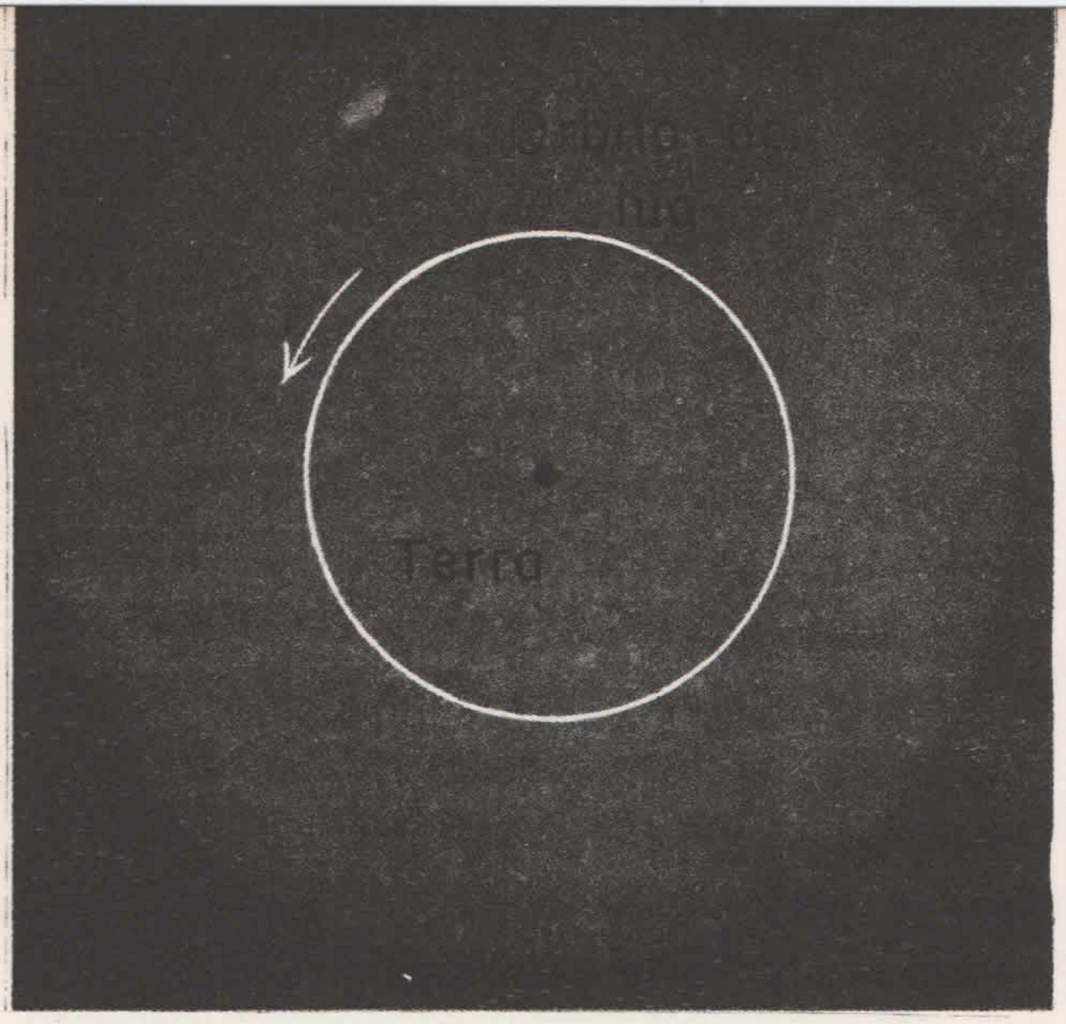
Tu te levantas no horizonte dos céus,
ó Aton, que criaste a Vida!
Quando surges no levante,
enches de beleza toda a Terra
– a beleza que é tua e que lhe emprestas.
Quando te escondes, no Poente,
A Terra escurece e morre;
todos dormem nos seus quartos
com as cabeças cobertas
e os seus olhos não vêem o companheiro.
Quando tu retornas, trazes a Vida.
Todos se lavam e iniciam a sua tarefa.
A Terra inteira trabalha satisfeita;
as árvores e a grama crescem,
os pássaros volteiam pelo Céu...
Com teus brilhantes raios,
tu nutres as coisas de Vida Eterna
e de eterna alegria, Ó Aton!

Hórus – deus egípcio que simboliza a Aurora. Ele traz sobre a cabeça o Disco Solar.



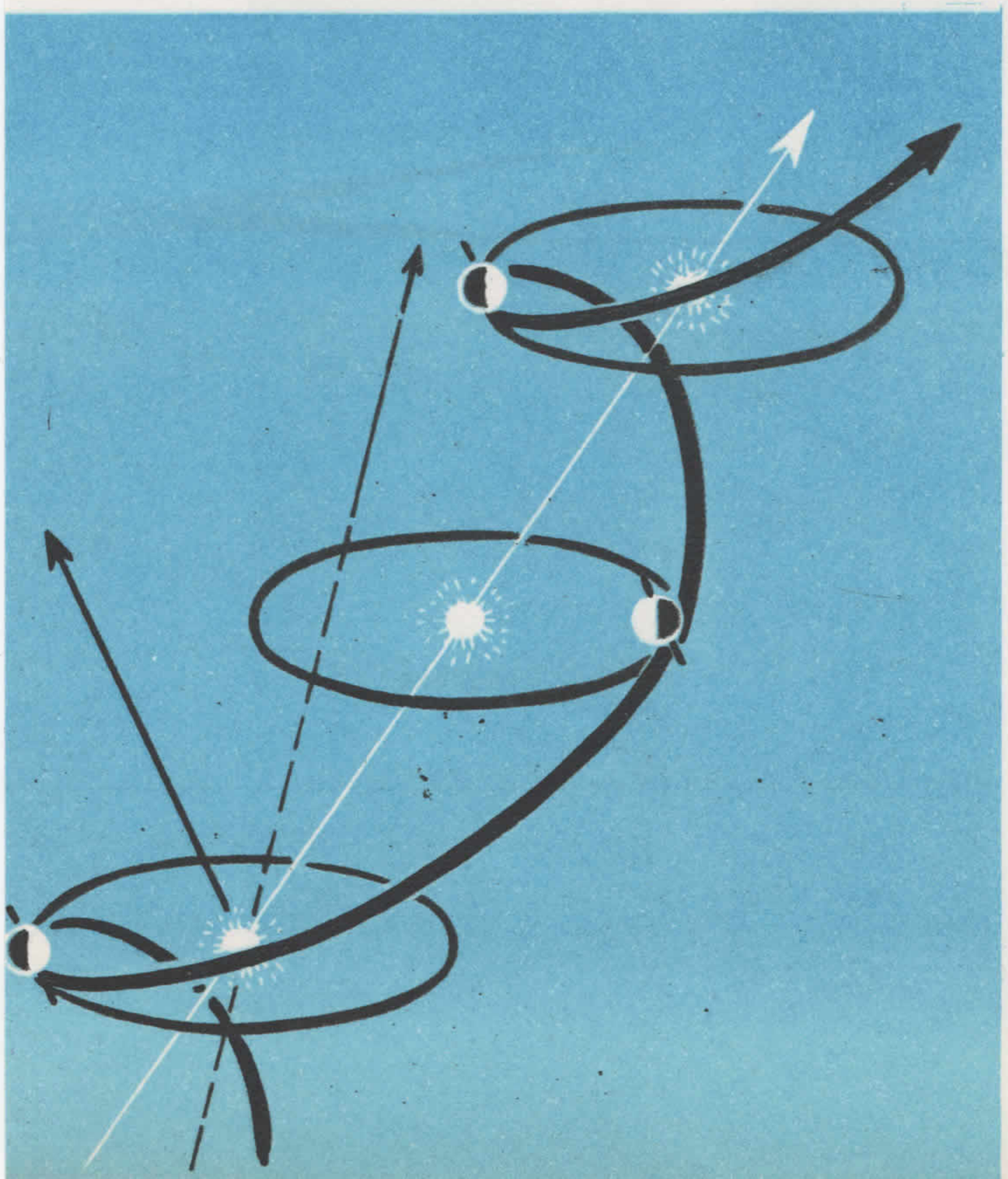
À esquerda: Fotografia de uma protuberância solar, vendo-se à Terra em tamanho proporcional.

À direita: Uma fotografia do Sol, sobre a qual está desenhada a órbita da Lua, para demonstrar as dimensões do Sol.



A estrutura de uma mancha solar revelada através de uma fotografia obtida por um telescópio colocado num balão a grande altitude. (Foto Universidade de Princeton, USA).

Abaixo: O Sol desloca-se no espaço com velocidade de 20 km por segundo, levando o Sistema Solar na direção da estrela Vega.



Entre os antigos egípcios o Sol era chamado de Amon, Osíris ou Ra e adorado em templos erigidos em sua honra. Na antiga Grécia, tinha o nome de Hélios e era adorado; em Roma, chamava-se Apolo. O famoso Colosso de Rhodes, uma das maravilhas da Antigüidade, era uma representação dessa divindade.

A temperatura da superfície do Sol é simplesmente fantástica, atingindo seis mil graus centígrados, o que significa que o astro é uma gigantesca esfera constituída de materiais mais do que fundidos; em verdade, vaporizados. No interior da massa solar, a temperatura alcança e ultrapassa, talvez, os 20.000 graus.

Observado através de instrumentos ópticos, o Sol é visto como enorme esfera gasosa, formada por camadas sucessivas que assim se enumeram, de dentro para fora: 1º: núcleo central, constituído de gases altamente aquecidos; 2º: fotosfera, formada por um capeamento de nuvens incandescentes a elevadíssima temperatura; 3º: cromosfera, envoltório de coloração rosada e 4º: coroa solar, que envolve exteriormente o astro e é somente visível durante os eclipses do Sol. Acredita-se que a coroa solar atinge temperaturas próximas de 20.000 graus positivos.

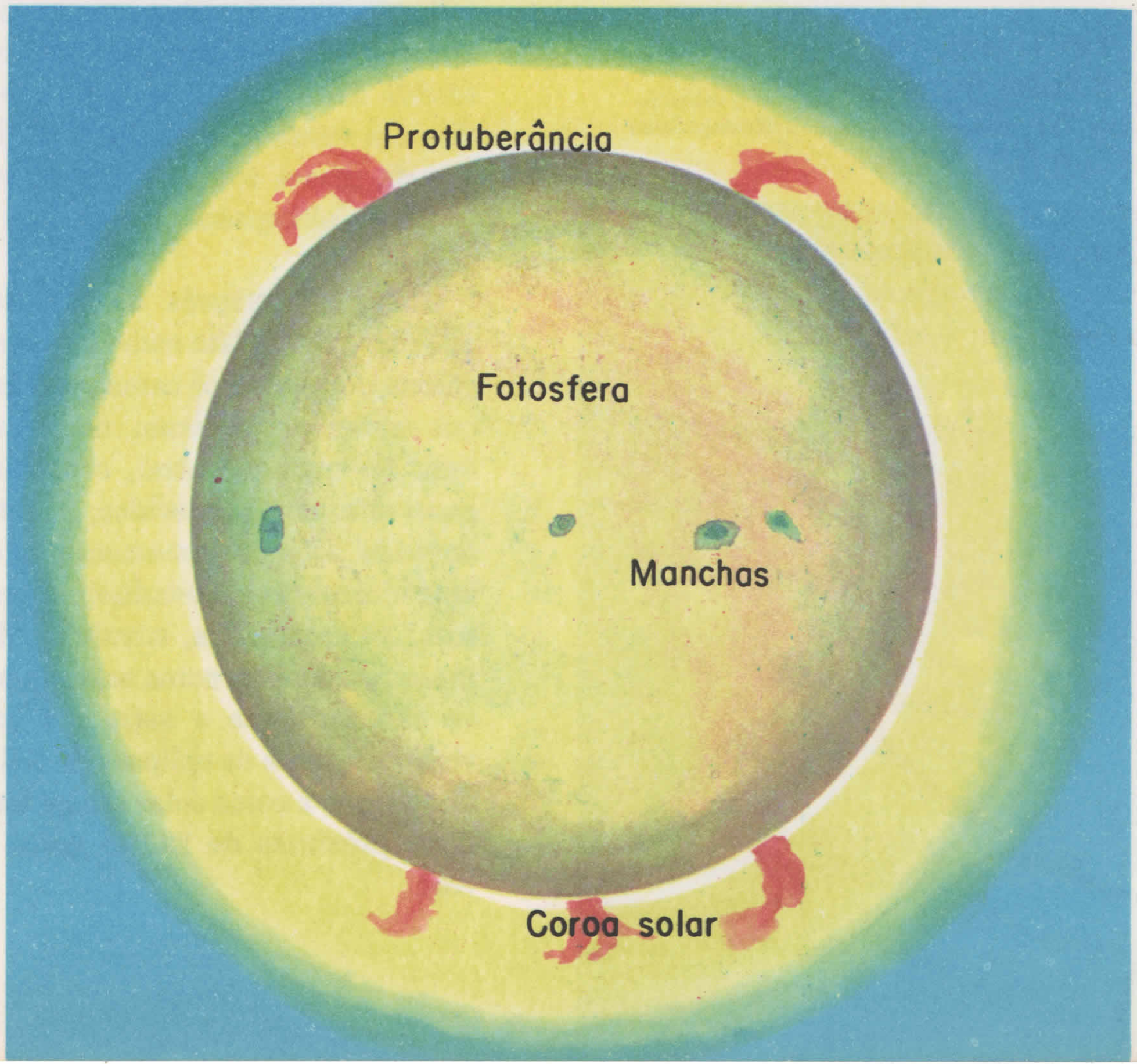
A superfície do Sol apresenta curiosas manchas, que foram vistas pela primeira vez em 1610 por Galileu, quando apontou para o Sol o seu telescópio. Estas manchas podem ser observadas mesmo à vista desarmada, pois atingem tamanho gigantesco; os antigos as viram, mas jamais poderiam acreditar em seus próprios olhos, uma vez que o Sol era, para eles, um disco imaculado.

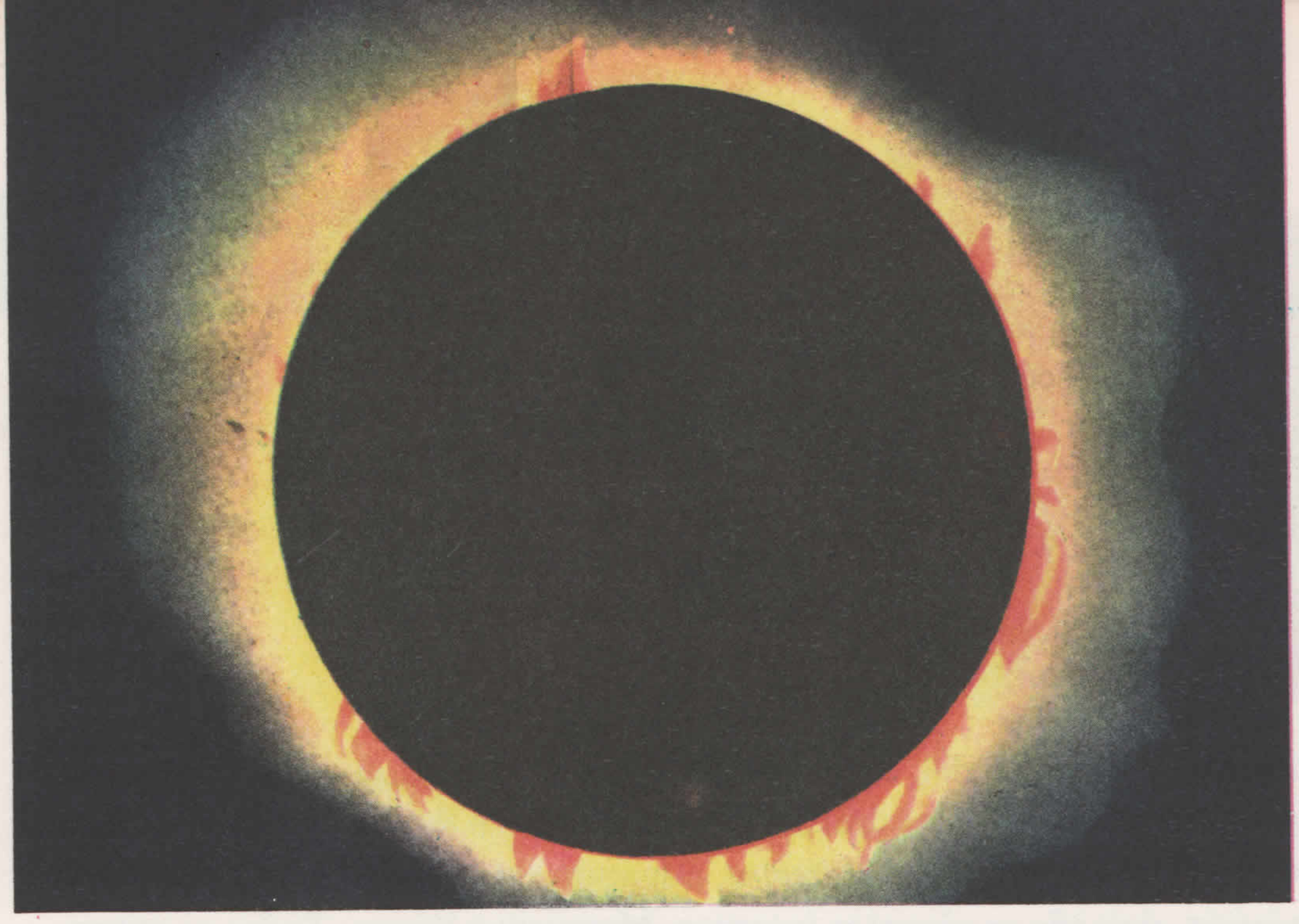
As manchas solares evoluem e acabam por desaparecer após determinado tempo. Há períodos chamados de **máximas** e **mínimas**, nos quais as manchas aumentam ou diminuem de quantidade. Tais manchas representam aberturas que se verificam na fotosfera e que nos permitem ver em parte o que ocorre no núcleo solar. Em verdade, trata-se de gigantescos vórtices, verdadeiras erupções, cujos ciclos evolutivos determinam pronunciadas conseqüências na Terra: tempestades magnéticas, interrupção das comunicações de rádio, telefone, televisão e até mesmo períodos de longa estiagem como os que afetam o nordeste brasileiro.

Durante os eclipses totais do Sol, podem ser observadas ao redor do seu disco enormes labaredas, que se projetam no espaço, alcançando muitos milhares de quilômetros: são chamadas **protuberâncias**. Muitas destas assumem tais proporções, que poderiam abrigar no seu interior vários planetas.

O progressivo deslocamento das manchas solares permitiu determinar a rotação do Sol ao redor do seu eixo, a qual se realiza em 25 dias terrestres.

Como a Terra, o Sol executa um movimento de translação, não se sabendo em torno de que corpo celeste ele gira. Sabe-





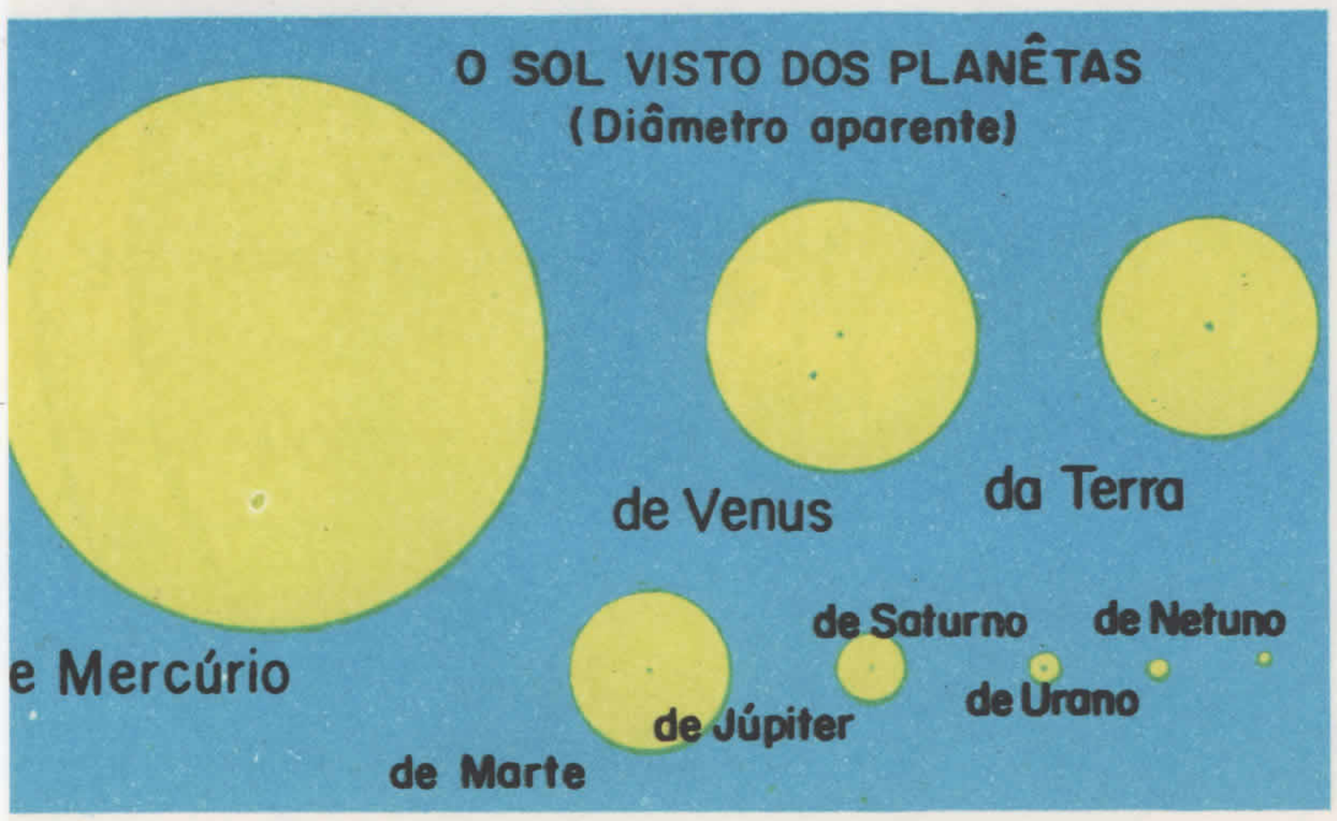
O Sol fotografado durante um eclipse total, vendo-se a coroa e algumas protuberâncias.

mos apenas que se dirige, com a velocidade de 20 quilômetros por segundo, na direção de um ponto situado perto da estrela Vega, da constelação da Lyra. Nesse movimento, ele arrasta consigo todo o Sistema Solar. Isso quer dizer que a órbita da Terra, como as dos demais planetas, são elipses espiraladas. A Terra nunca passou duas vezes pelo mesmo caminho do espaço... Esse ponto, para onde se dirige o Sol, é chamado pelos astrônomos de Ápex.

Quanto às suas proporções, é o Sol tão volumoso que todos os planetas reunidos não chegariam a formar 1/700 desse volume. Seu diâmetro é de cerca de 1 milhão, 390 mil quilômetros. A distância média a que o Sol está do nosso planeta é de 149,5 milhões de quilômetros. Como as distâncias astronômicas são muito grandes, essa cifra é utilizada com o nome da unidade astronômica.

Com o emprego do espectroscópio, aparelho destinado a determinar a natureza química dos corpos em combustão, puderam os astrônomos analisar as substâncias que constituem o Sol, chegando à conclusão de que ele é formado dos mesmos elementos que constituem a Terra e na verdade todo o Universo conhecido. Fato curioso é que os químicos descobriram no Sol um elemento, a que denominaram Hélio, o qual só posteriormente foi descoberto na Terra. A constituição química do Sol obedece à seguinte classificação: 90 por cento de hidrogênio, 8% de hélio e 2% de outros elementos.

A massa do Sol é cerca de 333,4 vezes a da Terra e sua densidade é de 1,4 (4 vezes menor que a da Terra). A energia total irradiada ao espaço por segundo é de $3{,}7 \times 10^{26}$ (valor em watts).



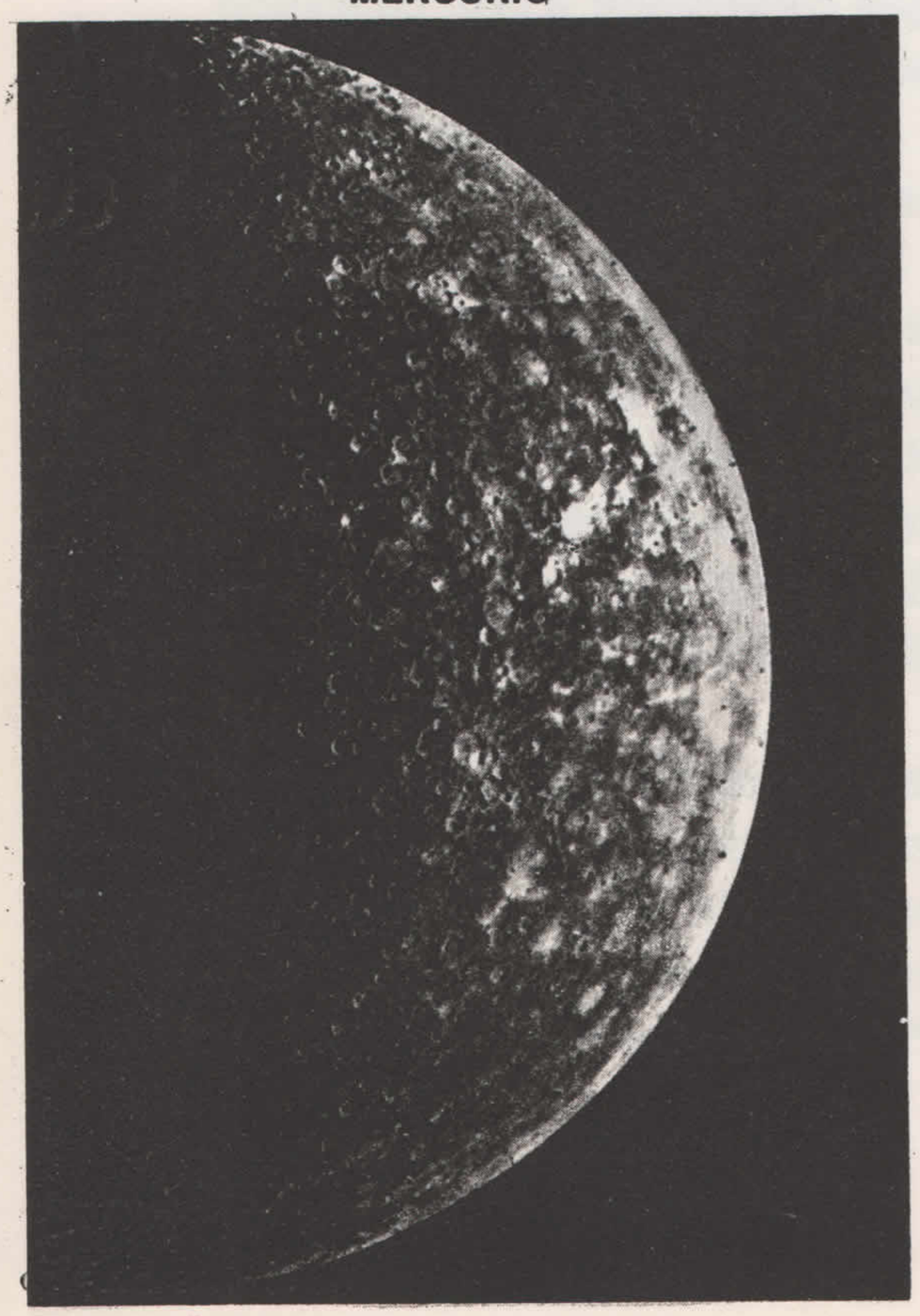
O MENSAGEIRO DOS DEUSES

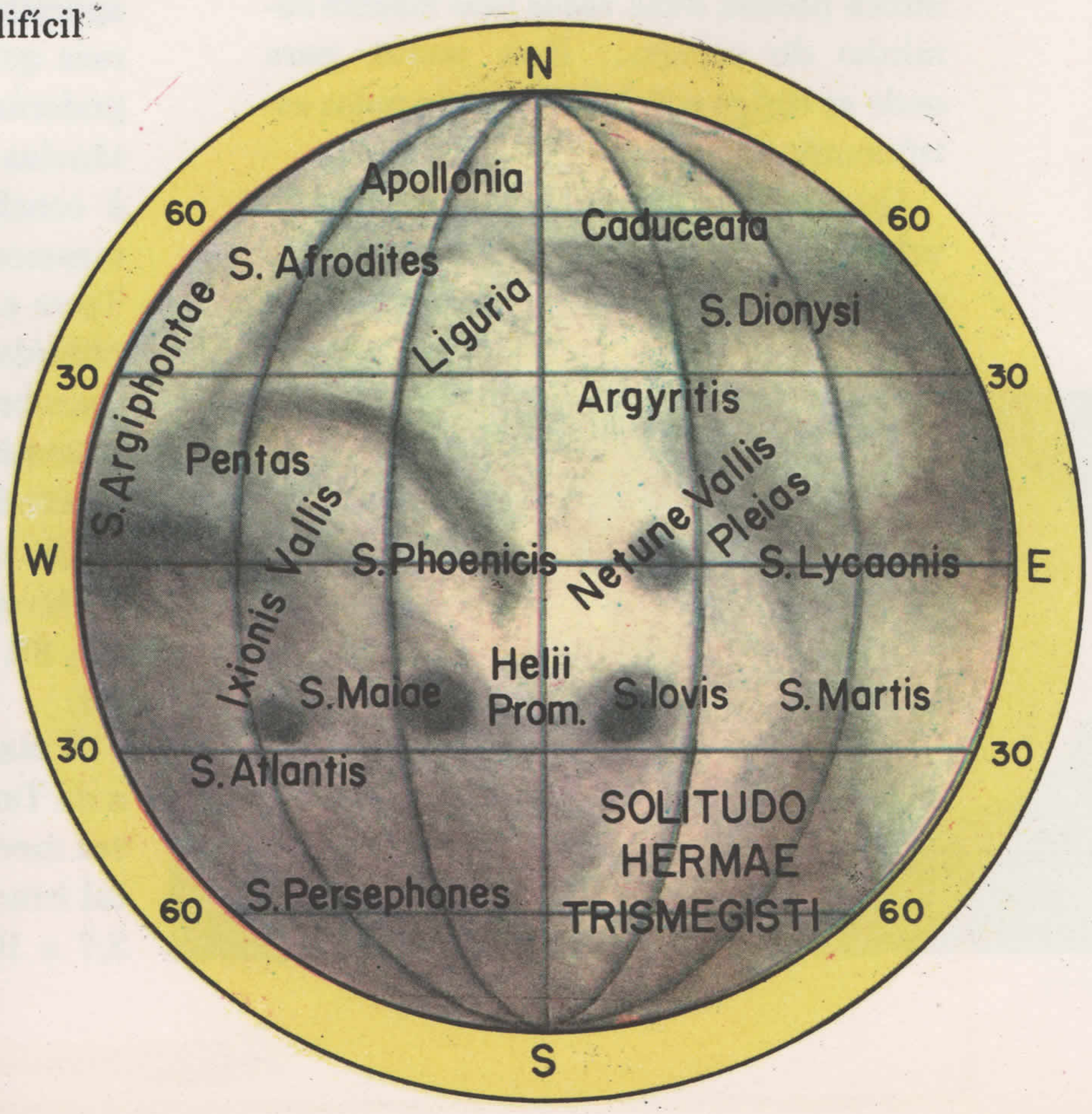
Relativamente à sua distância do Sol, dividem-se os planetas em duas classes: **interiores** ou **internos**, quando descrevem suas órbitas entre a Terra e o Sol e **exteriores** ou **externos**, quando a órbita é exterior à órbita terrestre. Segundo esse critério, em que a Terra fica como linha divisória, dois são os planetas internos, Mercúrio e Vênus. Todos os outros pertencem à categoria de planetas externos ou exteriores.

Os antigos gregos e romanos, cuja curiosidade foi atraída pelo rápido movimento de Mercúrio executado no céu, e sempre próximo ao Sol, identificaram-no com Hermes ou Mercúrio, o Mensageiro dos Deuses do Olimpo.

Mercúrio pode ser visto como uma estrela da manhã ou da tarde. Por gravitar muito próximo ao Sol, não é fácil observá-lo, principalmente em altas latitudes. Diz-se que Copérnico, o grande astrônomo polonês, que estabeleceu o Sistema Heliocêntrico, nunca viu o planeta Mercúrio. É que ele é melhor observado nas regiões próximas do Equador; quanto mais alta a latitude, mais difícil a sua observação.

MERCÚRIO





Pouco maior do que a nossa Lua, Mercúrio, cujo diâmetro não ultrapassa os 4.680 km, gravita a apenas 58 milhões de quilômetros do Sol. Para nós, que nos situamos em órbita mais extensa e sobretudo externa, Mercúrio apresenta **fases**, tal como a Lua. Percorrendo sua órbita com grande rapidez, o irriquieto planeta completa o seu "ano" em apenas 88 dias terrestres.

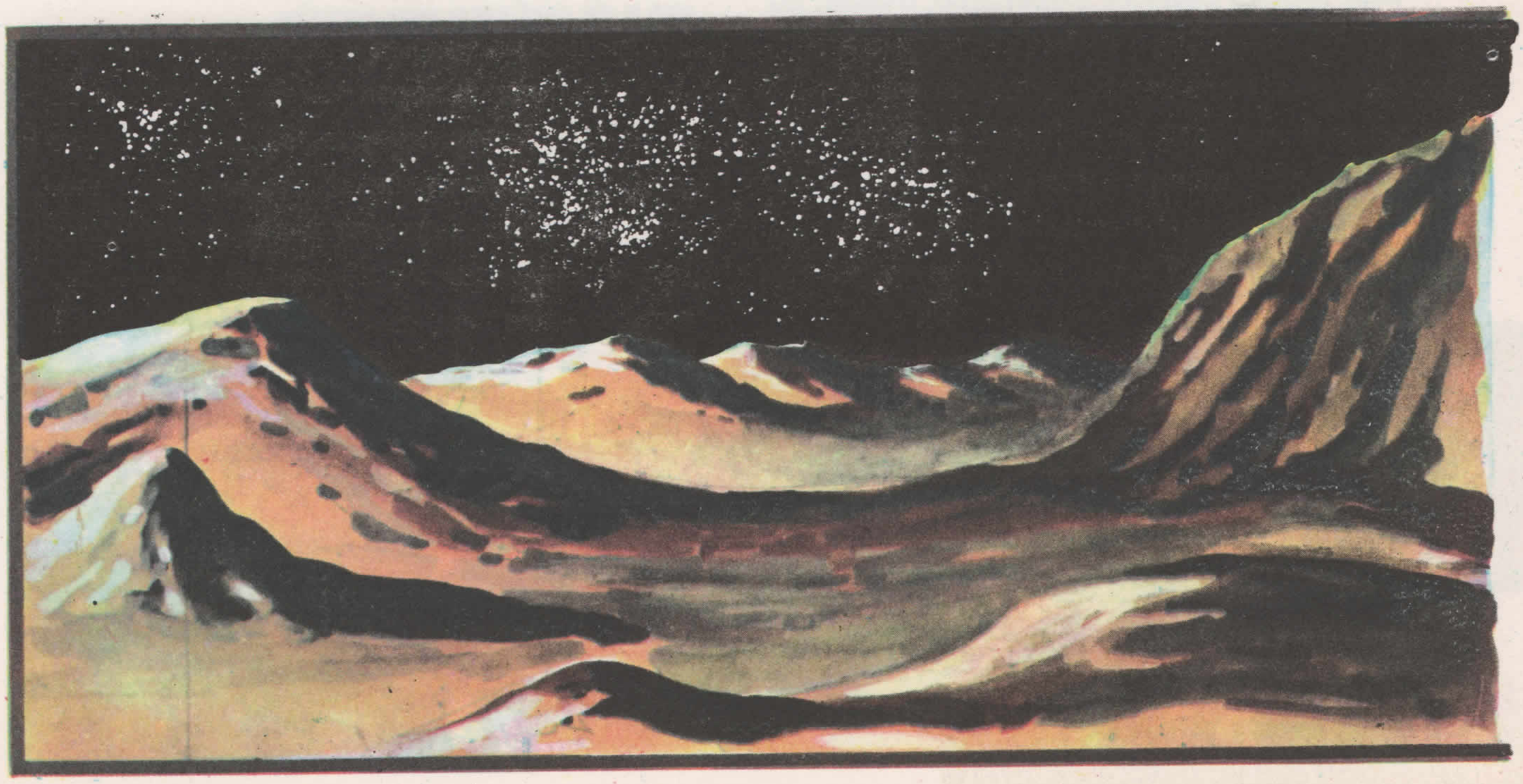
Como Mercúrio é um planeta interno, passa, às vezes, sobre o disco do Sol; isso acontece em intervalos de 13 e 7, 10 e 3 anos, ou seja, de 13 a 12 vezes por século. As últimas passagens ocorreram em 9 de maio de 1970 e 9 de novembro de 1973; as próximas serão em 12 de novembro de 1986 e 14 de novembro de 1999. A essas passagens dá-se o nome de **trânsito**. Mercúrio gira muito devagar ao redor do eixo, o que faz com que o seu dia seja de 58 dias e meio.

Quando a nave automática interplanetária Mariner 10 aproximou-se de Mercúrio, obtendo as primeiras fotografias de sua superfície, verificou-se que ele se assemelha muito à nossa Lua: está recoberto de milhares de crateras de impacto! A uma grande bacia de mais de 1.300 km de diâmetro deram o nome de Mare Orientale, muito embora saibamos que não existem ali mares. O planeta não possui nenhum traço de atmosfera.

O nome atual do planeta vem do latim, mas ele teve inúmeras denominações, pois é conhecido por todos os povos desde a mais alta Antigüidade. Era chamado Ninib (a inteligência suprema) pelos povos que habitavam a Mesopotâmia; na Índia, recebeu o nome de Boudha (o saber supremo); na Fenícia era Mokin (o deus da perfídia); na China, Ching-Sing (o planeta da hora); entre os escandinavos tinha a denominação de Odin (o pai dos deuses); entre os germanos era Woden ou Wotan (o pai dos deuses). Na Grécia antiga era chamado Hermes, o mensageiro dos deuses. Deste último nome deriva o termo hermografia, que trata da descrição do planeta.

Desde a mais remota época, esse planeta foi associado ao dia da quarta-feira. Mercurii Dies é o nome latino desse dia.

Paisagem imaginária do lado iluminado de Mercúrio.



A DEUSA DOS AMORES

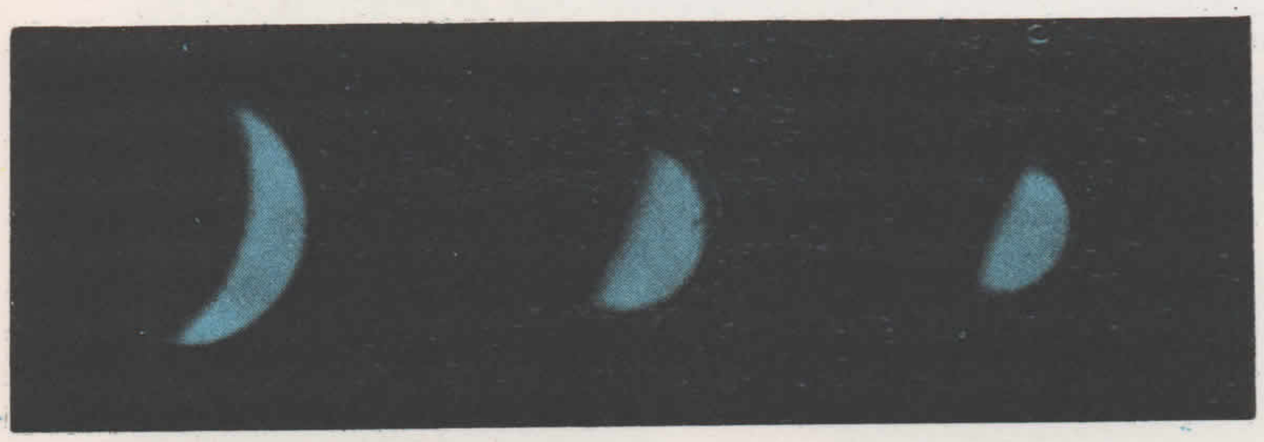
O planeta Vênus, observado mesmo sem o auxílio de instrumento, é sem dúvida o mais belo planeta. É o mais brilhante corpo celeste depois da Lua e pode ser visto em pleno dia das zonas de atmosfera límpida, longe das grandes cidades. O seu brilho é tão intenso que em zonas mal iluminadas pode projetar sombras.

Não é de estranhar, portanto, que os antigos o admirassem e, mais do que isso, o adorassem. Os fenícios, que o chamavam Astarté, realizavam festas em sua honra. Entre os egípcios era tido como a personificação de Ísis, esposa de Osíris, divindade máxima do país. Para os gregos antigos, era Afrodite, a deusa dos amores; para os romanos, Vênus, de onde o seu nome atual.

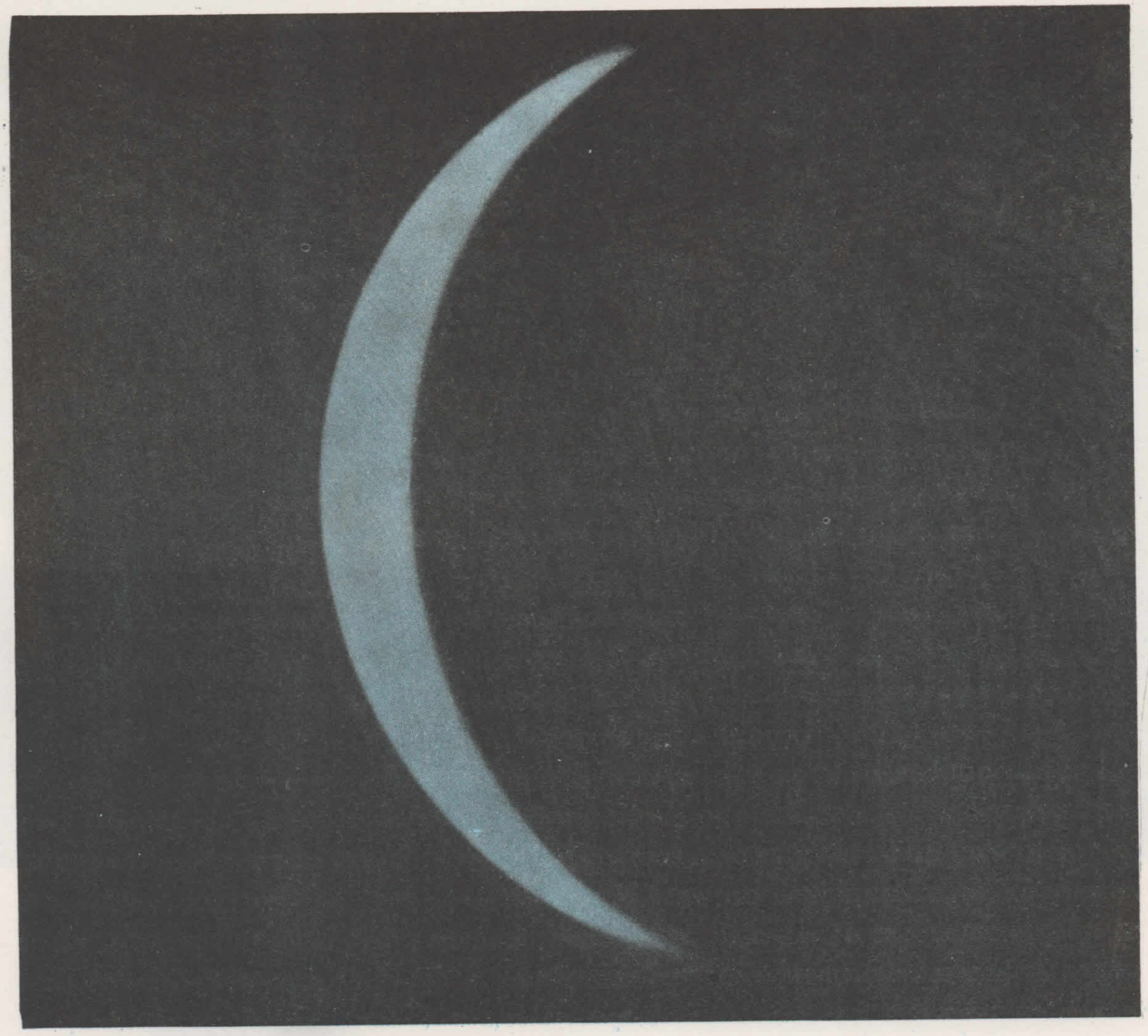
A ela dedicaram o dia de sexta-feira – Veneris Dies.

Como planeta interior – ou seja, por girar entre a Terra e o Sol – Vênus nos apresenta **fases**, como Mercúrio e a Lua. Tais fases haviam sido previstas pelo genial monge polonês Copérnico, o qual, ao estabelecer seu Sistema Heliocêntrico, recebeu de um colega a seguinte conclusão: "Se Vênus gira ao redor do Sol **antes** da Terra, deveria nos mostrar fases, como a Lua", ao que o astrônomo respondeu: "Essas fases existem. Um dia o bom Deus fará com que elas sejam vistas pelos homens". E essas fases foram vistas por Galileu, quando apontou para o céu o primeiro telescópio, por ele construído. Galileu ao fazer essa descoberta, anotou-a em forma de anagrama, ou seja, trocando as letras para formar outras palavras: "Haec immatura e me jam frusta leguntur, o. y.", que significa: "Estas coisas não amadurecidas e ocultas ainda para outros são lidas por mim". Dispondo-se as letras em outra

A "Deusa dos Amores" era a inspiradora dos enamorados que a ela confiavam seus segredos.



Fotografias de Vênus em várias fases.



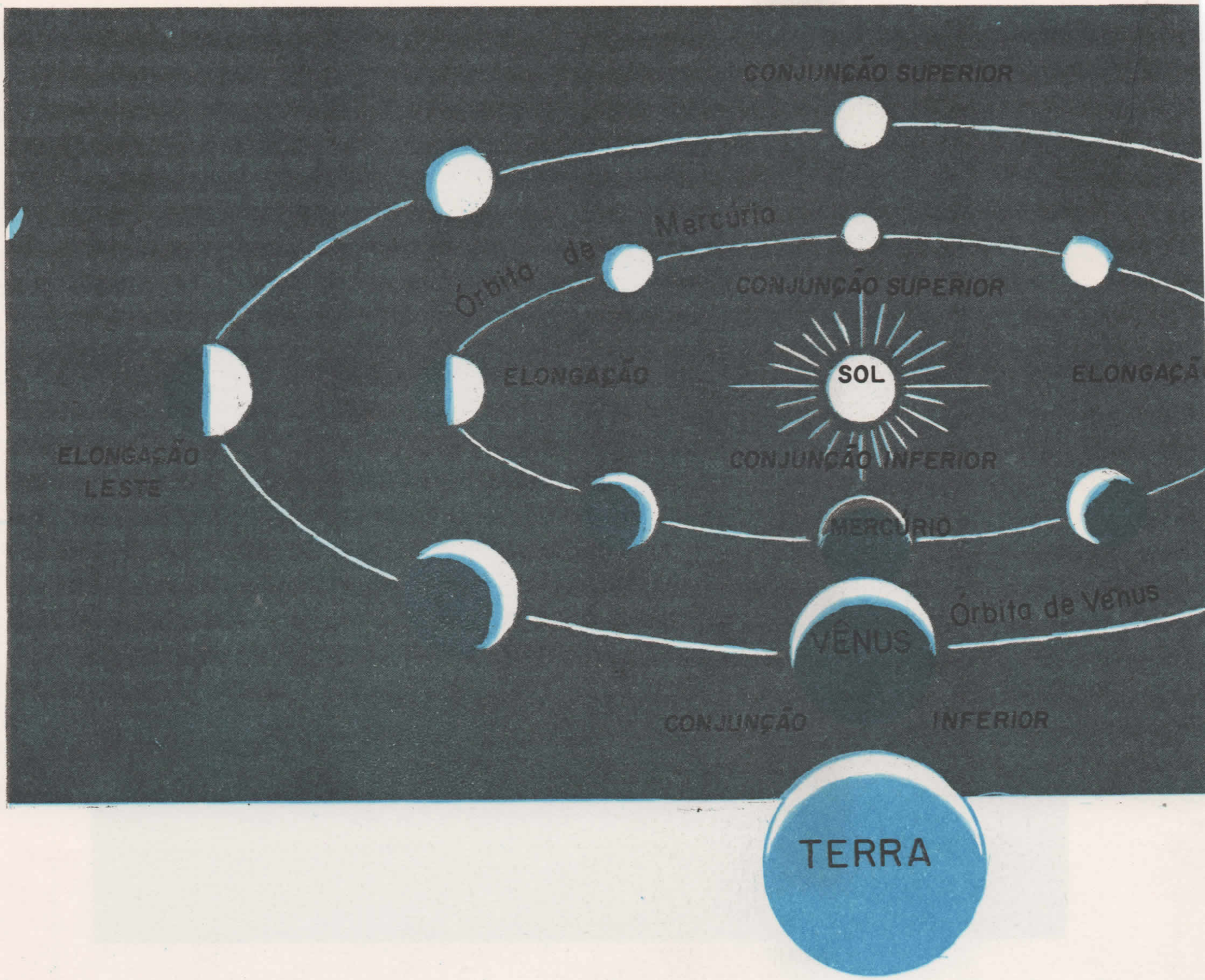
Fotografia de Vênus, na fase crescente, obtida pelo Telescópio Hale de 5 metros do observatrio de Palomar.

ordem, pode-se ler: "Cynthiae figuras aemulatur mater Amorum", ou seja "A Mãe dos Amores imita as fases de Diana (A Lua)".

Numerosas são as denominações pelas quais o planeta é conhecido: como estrela da tarde dão-lhe os nomes de Papa-Ceia e estrela do Pastor. Como estrela da manhã, é conhecida como estrela D'Alva.

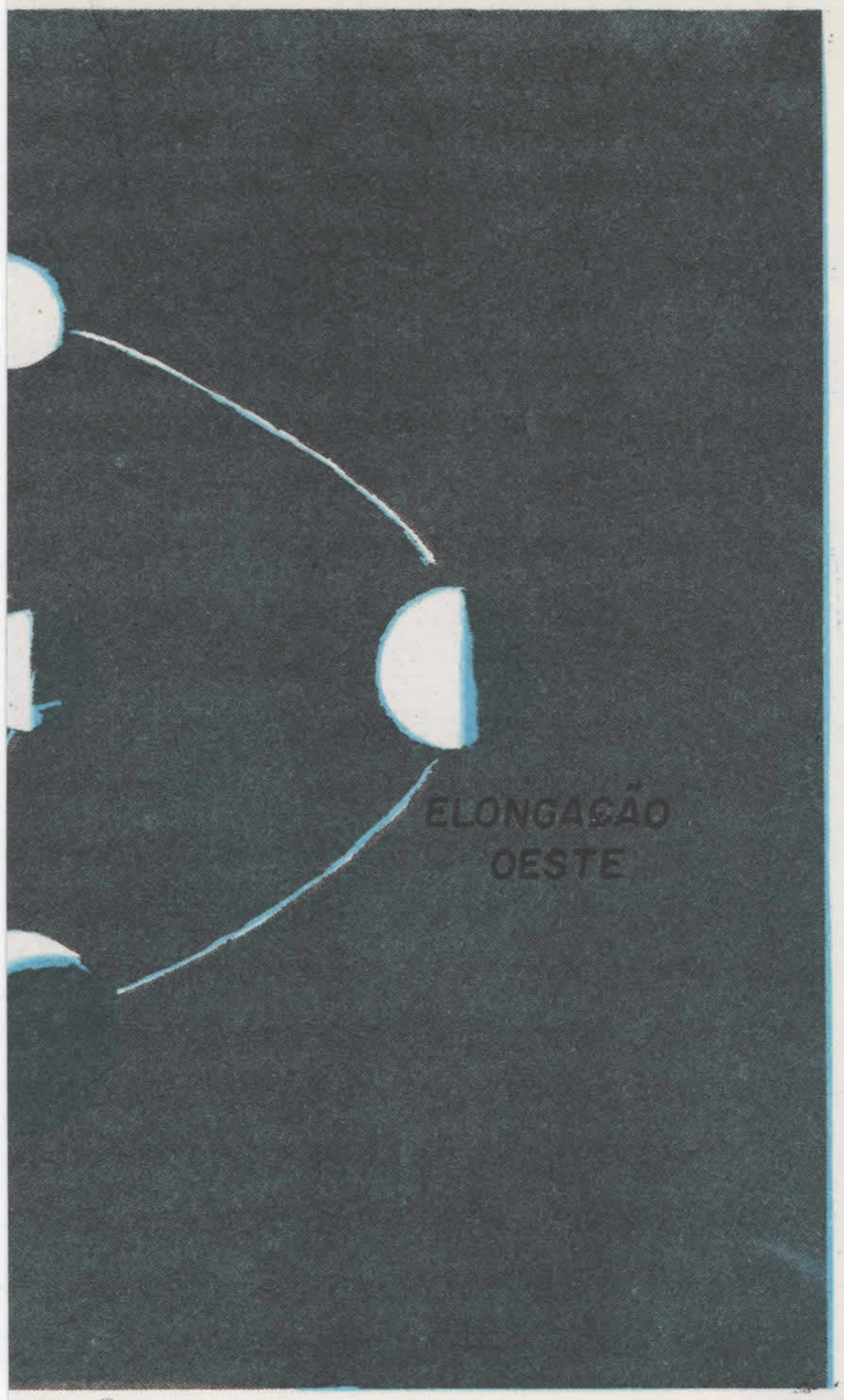
No que respeita às suas dimensões, Vênus é muito semelhante à Terra; a diferença entre os diâmetros dos dois astros é quase igual: apenas 350 quilômetros em favor da Terra. Tal circunstância nos mostra que a gravidade em Vênus deve ser pouco inferior àquela que se verifica em nosso mundo. Para exemplificar, diríamos que um corpo que na Terra pesasse 100 quilogramas, pesaria em Vênus apenas 85.

Ponto em que todos estão de acordo é o de que Vênus possui uma espessa camada atmosférica, a qual tem dificulta-



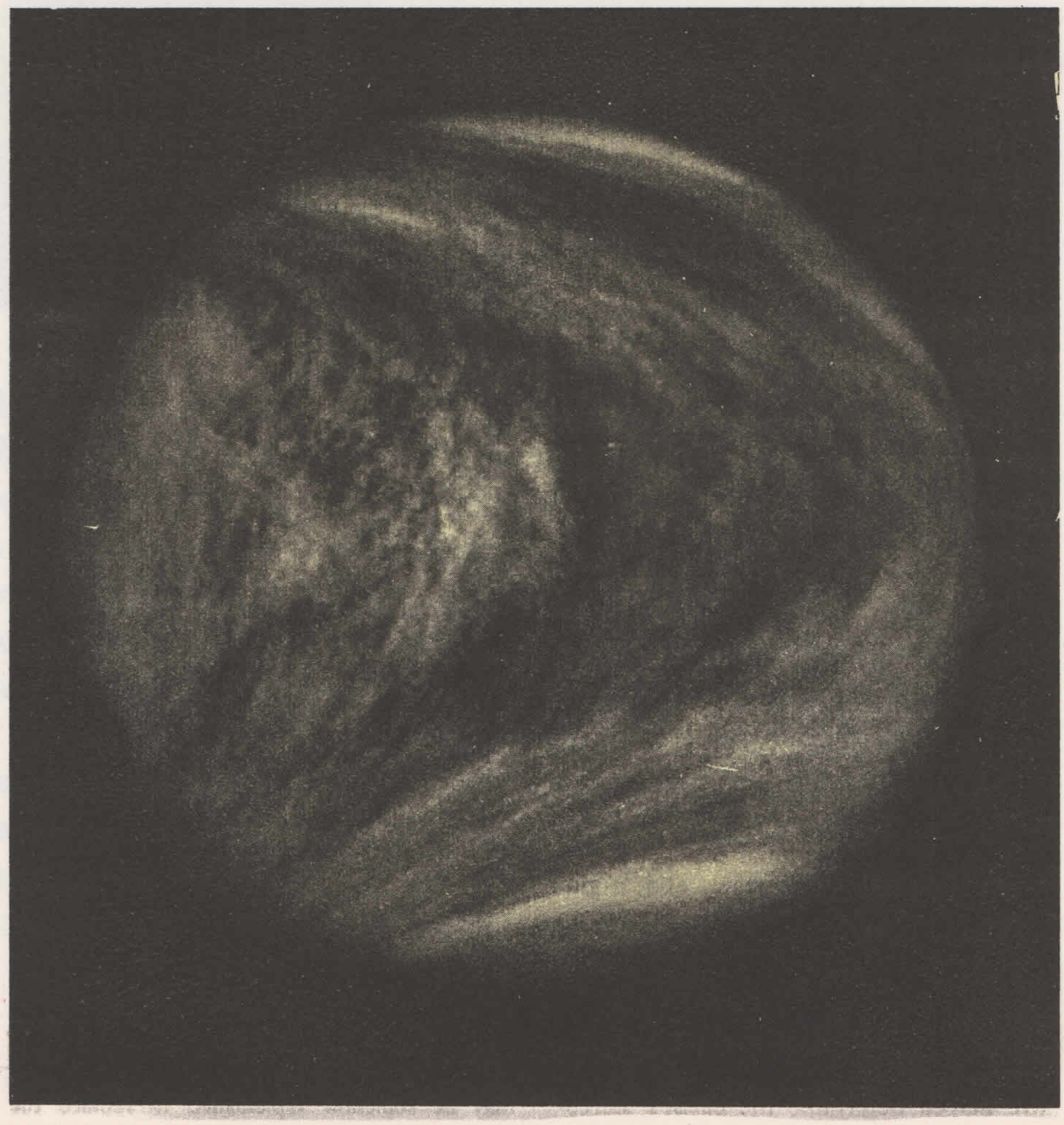
do sobremaneira o estudo da superfície desse astro. Essa camada gasosa é, porém, bem diferente no que concerne à sua composição, temperatura, etc. Segundo pesquisas recentes, não sabemos ainda a composição da atmosfera venusina; acredita-se que ela pode conter grande quantidade de gás carbônico em alta pressão. Relativamente às temperaturas reinantes na superfície do planeta, verificou-se que elas são altíssimas. As primeiras naves automáticas interplanetárias para lá enviadas foram danificadas pela alta temperatura. A atmosfera, muito densa, retém o calor solar, o qual, por outro lado, é irradiado do solo para cima, resultando daí um fenômeno que se denomina **efeito estufa**. Em concordância com os dados fornecidos por naves soviéticas do tipo Venera e americanas como a Mariner 10, as temperaturas atingem mais de 480 graus centígrados. Além dessas condições caniculares, verificou-se que reinam ali pressões barométricas equivalentes a 90 vezes aquelas existentes na Terra.

A rotação de Vênus sempre foi um problema a que deram os astrônomos



muito do seu esforço. Como o planeta é inteiramente recoberto de espessas nuvens que escondem os pormenores de sua superfície, foi muito difícil determinar a rotação do planeta, o que só foi conseguido através de observações com o radar e, ultimamente, através das naves automáticas. Vários períodos de rotação foram sugeridos desde os tempos de Cassini, que dava 23 horas e 15 minutos, em 1666; Schiaparelli, em 1878 e Danjon, em 1943, imaginaram um período de 225 dias, ou seja, igual à translação do planeta ao redor do Sol.

Em 1971, os astrônomos Guérin e Boyer determinaram o período de rotação de Vênus como retrógrado, isto é, o planeta gira, ao contrário dos demais, do Leste para o Oeste; isto quer dizer que lá, o Sol nasce no Oeste e se põe no Leste... Essas medidas foram confirmadas pela nave espacial Mariner 10, que fotografou o planeta em fevereiro de 1974. O planeta gira cerca de quatro dias, ao redor do seu eixo. As observações através do radar, porém, continuam dando para Vênus uma rotação muito mais lenta – 243 dias – mas sempre no sentido retrógrado.



Fotografia de Vênus obtida no dia 19 de fevereiro de 1979, pela nave espacial automática "Voyager" I, enviada pela NASA.

Levada pelas asas do Tempo,
a Terra voa no espaço infinito...

A TERRA – NOSSA MORADA

A Terra é o nosso planeta. Nele nascemos e vivemos. Viajando através do espaço a uma velocidade de trinta quilômetros por segundo, ela nos leva, nas asas do tempo, a um destino ignorado.

O conhecimento do nosso planeta é o resultado do trabalho milenar de centenas de civilizações. Os antigos gregos a chamavam de Géia, palavra de onde se origina o termo Geo = Terra. Geografia é, portanto, o estudo da Terra.

As idéias sobre a forma da Terra podem ser agrupadas da seguinte forma: primeiro, surgiu a idéia da Terra plana. Ela seria uma extensão limitada, como um disco, ora sustentada por colunas, ora boiando num oceano universal. Por influência da chamada Escola Pitagórica (de Pitágoras, sábio grego que viveu no quarto século antes de Jesus Cristo), firmou-se a convicção de que a Terra era uma esfera perfeita. Durante quase dois mil anos, essa idéia foi admitida como verdadeira, não conseguindo, entretanto, sobrepor-se à idéia da Terra plana, profundamente arraigada nas camadas menos cultas das civilizações. Em fins do século XVII, começou-se a suspeitar que a forma esférica não atendia à realidade. A Terra deveria ser uma esfera achatada nos pólos, apresentando, assim, a forma que podemos chamar de esferóide. As medidas realizadas pelos sábios dos séculos XVII e XVIII levaram à conclusão de que o nosso planeta é um corpo que pode ser definido como um elipsóide de revolução. Muitas idéias surgiram baseadas nesse princípio, principalmente a de que a Terra poderia ser considerada um tetraedro, ou seja, ter uma forma piramidal, localizando-se os continentes nas arestas desta pirâmide. Algumas medidas efetuadas por satélites artificiais deram ao nosso planeta a

forma de uma pêra. Mas a idéia de que nosso planeta é um esferóide prevaleceu. As fotografias obtidas pelos astronautas durante suas viagens à Lua nos mostram a Terra como um globo quase perfeito.

Qual o tamanho da Terra?

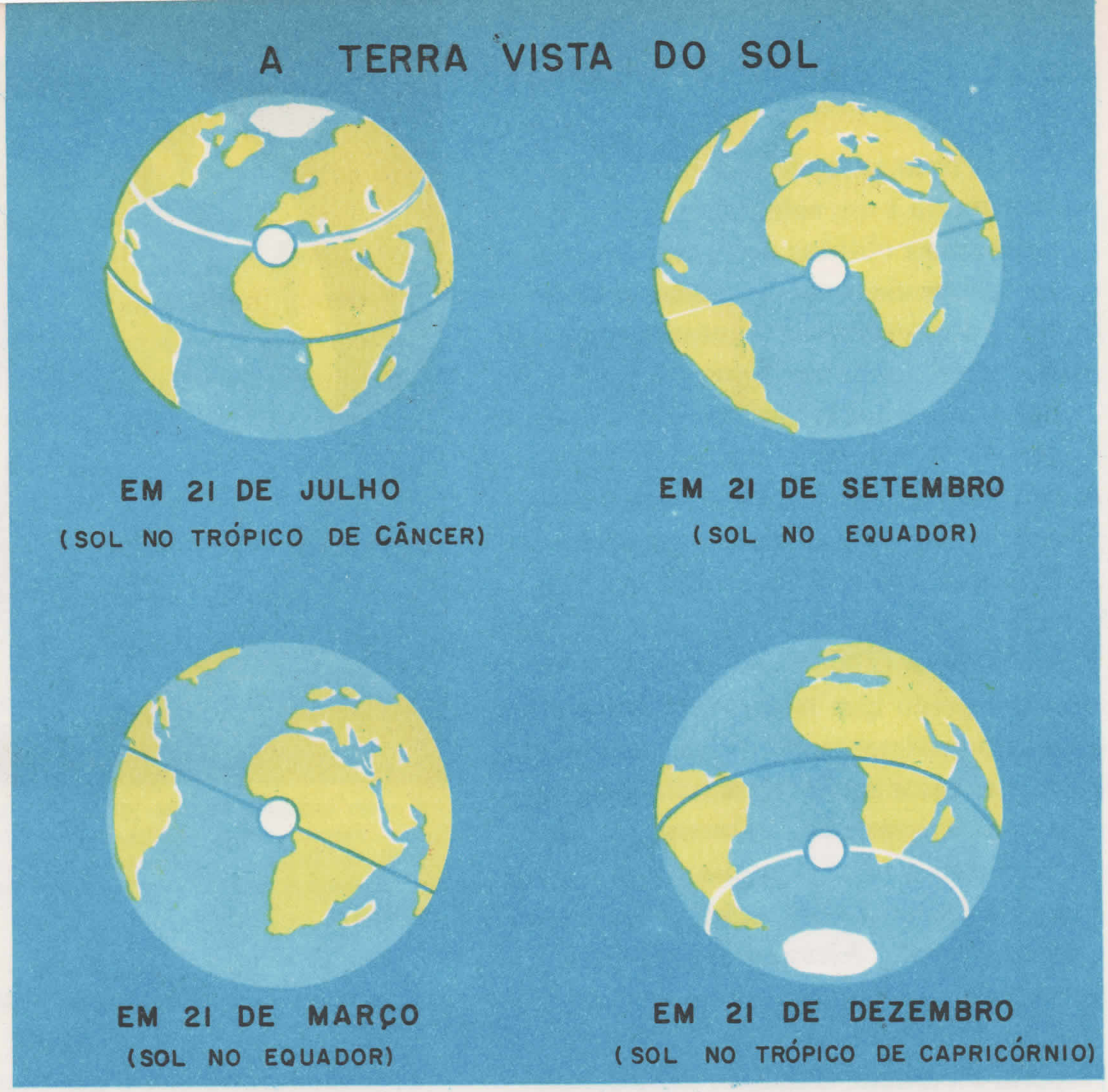
O tamanho de qualquer coisa depende do "metro" utilizado. Assim, todas as dimensões de tudo o que conhecemos são meras convenções. O primeiro homem a realizar a medida da Terra foi um grego, chamado Eratóstenes.

Eratóstenes (276-195 a.C.) era um astrônomo grego que realizou seus trabalhos principalmente no Egito. Verificou ele que os raios do Sol no solstício de verão se projetavam verticalmente em um poço na cidade de Siena (a moderna Assuan, na primeira catarata do Nilo), enquanto que, em Alexandria, situada no norte de Siena, apresentavam na mesma ocasião uma inclinação de 7 graus com respeito à vertical. Supondo Eratóstenes a Terra esférica, imaginou que o Sol se achava a uma distância tão grande que os seus raios poderiam ser considerados paralelos. Verificando o ângulo resultante e medindo a distância entre as duas cidades, conseguiu uma medida para a circunferência da Terra. Eratóstenes expressou a circunferência da Terra em estádios, medida grega antiga; se, como geralmente se admite, o estádio equivalia a 517 pés (157,68 m), o resultado deu 24.500 milhas (394.205 m), com uma diferença de apenas cerca de 50 milhas (80,45 m) da medida atual. Esta medida representa um grande passo no conhecimento do planeta que, ao seu tempo, era totalmente desconhecido. Durante mais de dois mil anos, esta foi a mais precisa medida realizada da circunferência terrestre.

A meio caminho da Lua, os astronautas Frank Borman, James Lovell e William Anders tiraram esta fotografia da Terra. Magnífico pela nitidez, o flagrante nos dá a imagem real do nosso planeta visto à distância (NASA).

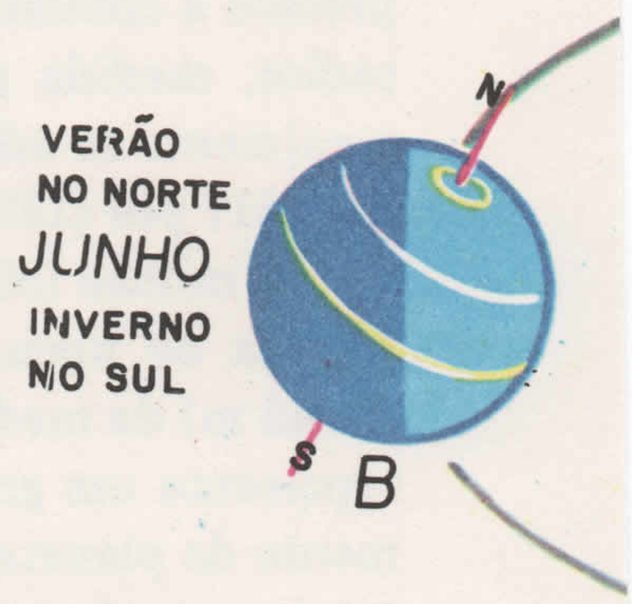
Em 1671, o astrônomo francês Picard inventou um aparelho, uma espécie de contador mecânico, a que deu o nome de odômetro, com o qual conseguiu medir com relativa precisão grandes distâncias sobre a Terra, o que lhe permitiu realizar uma medida aproximada da circunferência do nosso planeta. Esse aparelho foi o precursor dos modernos velocímetros.

Modernamente, um dos primeiros cientistas a tentar a medida da Terra foi o holandês Snellius que, em 1617, determinou a diferença em latitude de três cidades. Depois dele, Norwood, Riccioli, La Hire e Cassini tentaram resolver o problema mas, como a idéia de uma Terra esférica predominasse nas mentes, a discrepância encontrada entre os geômetras motivou outra tentativa, a qual se realizou em 1734, na França. Uma comissão científica dividida em duas partes realizou medidas precisas. A primei-



ra, composta por Godin, Buguer e La Condamine, seguiu para o Peru; a segunda, composta por Maupertuis, Clairaut, Camus e Le Monnier, dirigiu-se à Lapônia. Dos resultados desses trabalhos encontrou-se a medida atualmente utilizada e que se traduz no **metro**, que representa a décima milionésima parte de um quarto do meridiano terrestre...

A Terra gira sobre si mesma, em redor de um eixo imaginário, cujas extremidades são os pólos, realizando uma volta completa em cerca de 24 horas. Ao mesmo tempo, gira a Terra ao redor do Sol, numa órbita quase circular, gastando para isso um ano, ou seja, 365 dias e seis horas. Essas horas que parecem sobrar do ano são reunidas cada quatro anos, formando um dia a mais que é acrescentado ao mês de fevereiro, que é o mais curto. Quando isso ocorre, o ano tem o nome de ano bissexto, no qual fevereiro se apresenta com 29 dias.



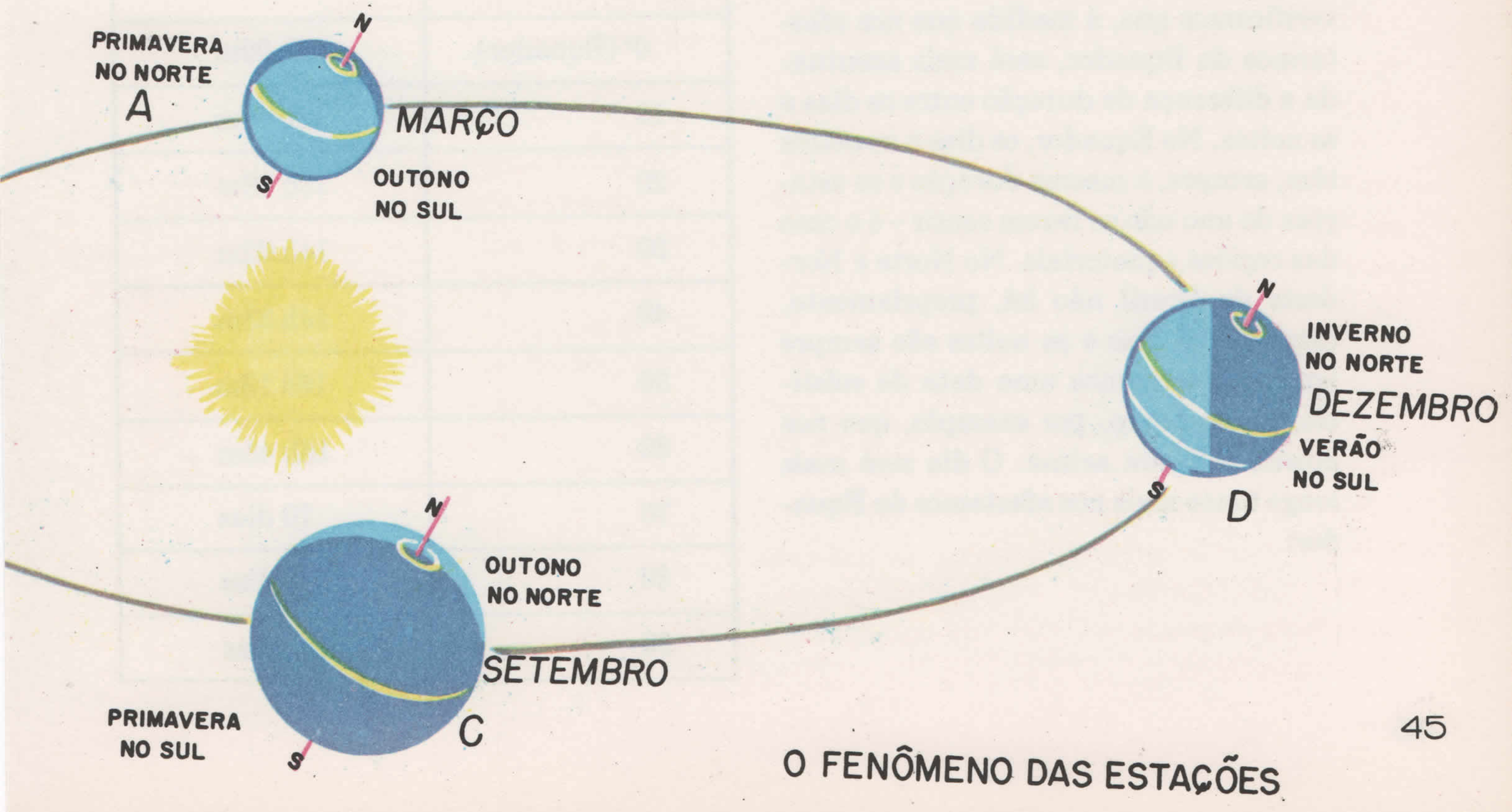
Se a Terra girasse direita, ou seja, de pé sobre o plano do Sistema Solar, não conheceríamos o fenômeno das estações do ano: é o fato da Terra girar **inclinada** sobre o plano do sistema que provoca a desigualdade de insolação, surgindo assim a primavera, o verão, o outono e o inverno.

A órbita da Terra está situada paralelamente a uma linha denominada Eclíptica (que representa o plano de todo o nosso Universo), sobre a qual deslizam o Sol, a Lua e os demais astros do Sistema. Essa inclinação da Terra faz com que o nosso Equador esteja sempre inclinado cerca de 23 graus e meio sobre a Eclíptica. Assim, ao perfazer seu caminho anual ao redor do Sol, nosso planeta tem mais iluminação ora num hemisfério, ora noutro, nas ocasiões do inverno ou do verão. Observemos a ilustração: em A, nosso planeta mostra-se de norte a sul igualmente iluminado pelo Sol, tendo dias e noites iguais. Essa posição chama-se **equinócio**, palavra latina que significa, mesmo, noites iguais. Para os habitantes do hemisfério norte dá-se o equinócio de primavera; para os do sul, o equinócio do outono; é a posição da Terra no mês de março.

Três meses mais tarde, a Terra chega à posição B: verificamos agora que o hemisfério norte se apresenta mais iluminado que o hemisfério sul. É a posição denominada **solstício** (do termo latino correspondente a parada do Sol). O Sol parece demorar-se sobre o paralelo conhecido com o nome Trópico de Câncer. Ocorre o verão para o hemisfério norte e o inverno para o hemisfério sul. É a posição do nosso planeta no mês de junho.

Decorridos mais três meses, está a Terra na posição C: outro equinócio. Mas as estações se invertem e, agora, é outono para os habitantes do norte e primavera para os do sul. Dias e noites têm a mesma duração. Essa é a posição da Terra em setembro.

Finalmente, após outros três meses, está a Terra na posição D: outro solstício. É inverno para os habitantes do norte e verão para os do sul. Os dias e noites são desiguais. É a posição da Terra no mês de dezembro.



Falemos mais um pouco sobre o problema da desigualdade dos dias e das noites. Observando-se a figura acima, verificamos que, à medida que nos afastarmos do Equador, será mais acentuada a diferença de duração entre os dias e as noites. No Equador, os dias e as noites têm, sempre, a mesma duração e as estações do ano não se fazem sentir – é o caso das regiões equatoriais. No Norte e Nordeste do Brasil não há, propriamente, estações; os dias e as noites são sempre iguais. Escolhamos uma data de solstício, 21 de junho, por exemplo, que nos mostra a figura acima. O dia será mais longo tanto mais nos afastemos do Equador:

Latitude:	Duração do dia:
0º (Equador)	12h 00m
10	12h 40m
20	13h 18m
30	14h 02m
40	14h 58m
50	16h 18m
60	18h 45m
70	70 dias
80	137 dias
90	180 dias

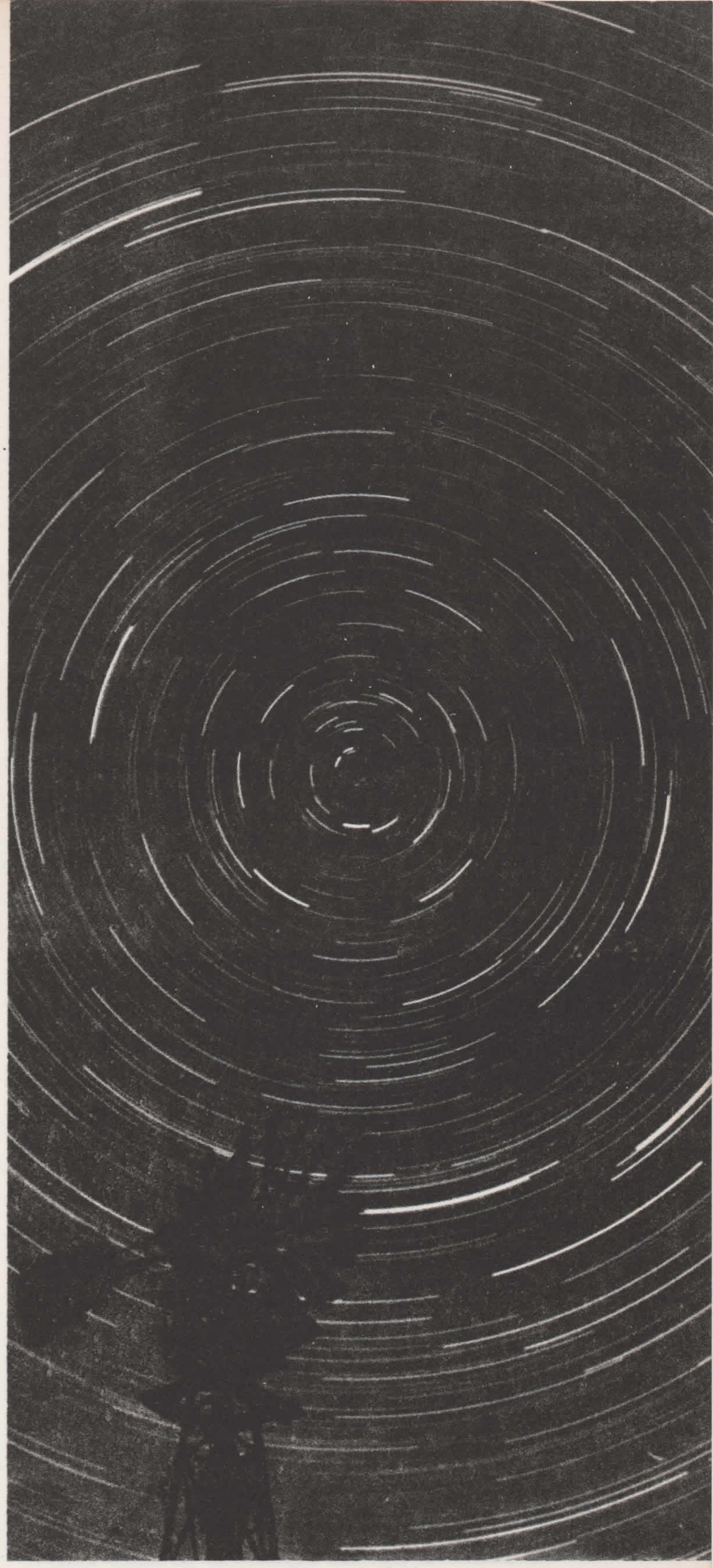
Verificamos pela tabela que, nas regiões circumpolares do norte, em junho, o Sol pode ser visto durante toda a noite – é o fenômeno chamado "Sol da Meia-Noite", o qual é também observado no hemisfério sul, no solstício de verão para este hemisfério.

Damos a seguir uma tabela que informa acerca do tamanho do nosso planeta natal.

Diâmetro equatorial.	12.743,82 km
Diâmetro polar:	12.736,77 km
Raio equatorial:	6.371,19 km
Circunferência equatorial:	40.076,60 km
Achatamento polar:	1/297
Superfície total:	510.000 km
Massa:	6×10^{21} toneladas
Densidade (água =1):	5,52

O movimento anual da Terra ao redor do Sol está sobejamente comprovado pelas próprias estações do ano. Há muitas provas desse movimento: o movimento do Sol sobre as constelações do Zodíaco é uma delas. Outre prova: as estrelas mais próximas, observadas sobre o fundo do céu, onde há estrelas muito distantes, descrevem nessa tela, pequenas elipses que nada mais são do que uma reprodução, em sentido inverso, do movimento de translação da Terra.

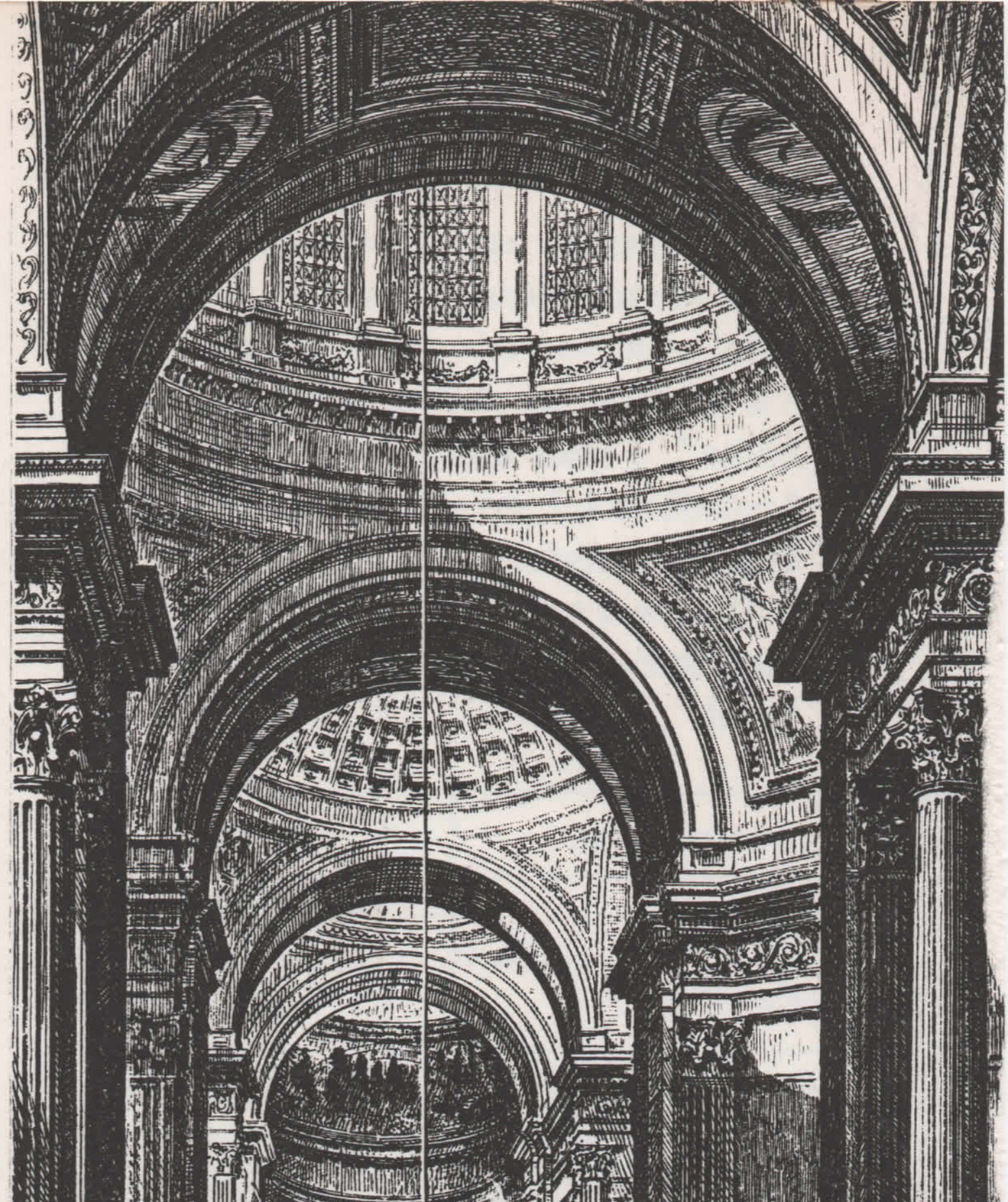
O movimento de rotação, que causa os dias e as noites, pode ser comprovado de várias maneiras. Uma delas é a verificação das fotografias do céu nas proximidades dos pólos, que nos mostram as estrelas como pequenos traços curvos. Mas



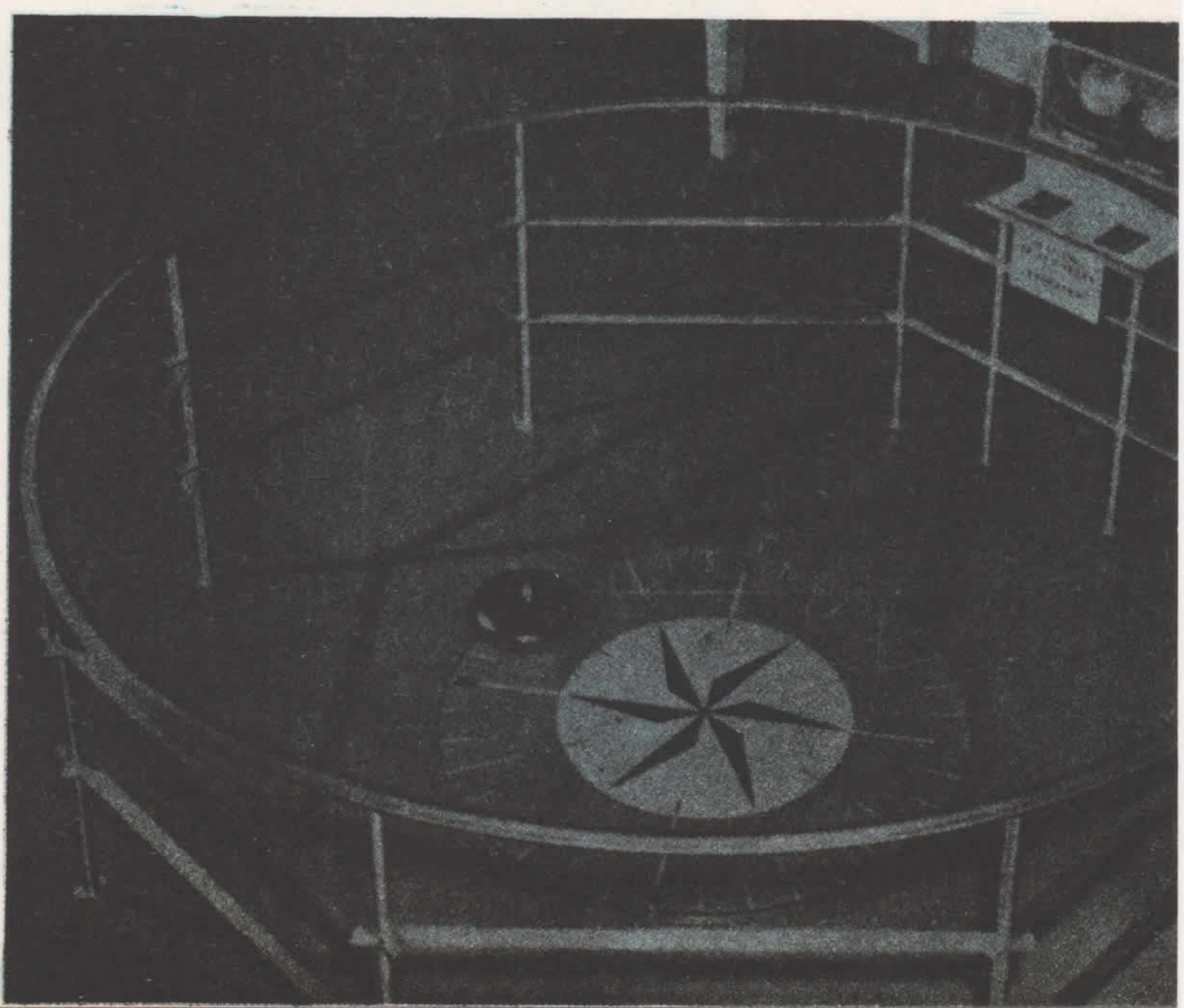
A TERRA GIRA – ao girar ao redor do seu eixo, a Terra faz com que o céu dê voltas aparentes no sentido contrário. Assim, os astros nascem no Leste e desaparecem no Oeste. Nesta fotografia, tirada por Antônio Manuccia, da Associação Argentina "Amigos dela Astronomia", de Buenos Aires, vemos os traços produzidos por deslocamento das estrelas na chapa. Exposição 1 h 50 min sobre película Kodak Tri-x-Pan 400 Asa.

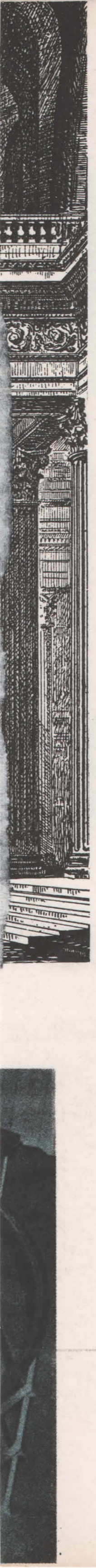
o sábio francês Léon Foucault (1819-1868) realizou, em 1852, uma demonstração prática da rotação da Terra. Baseou-se ele na lei física segundo a qual **o plano de oscilação de um pêndulo é invariável**, ainda mesmo que o seu eixo de sustentação venha a girar sobre si mesmo. A experiência realizou-se sob a cúpula do Panteão de Paris: a um fio de 64 metros de comprimento, fez Foucault atar um peso de cobre de 28 kg, cuja parte inferior era provida de um estilete destinado a cortar montículos de areia dispostos em duas banquetas semicirculares. Posto em funcionamento, verificou-se que, a cada oscilação do pêndulo, o estilete cortava cada montículo de areia na direção da esquerda, cerca de 2,3 milímetros, demonstrando de forma cabal a rotação do nosso planeta ao redor de um eixo, no sentido oeste/leste. Tal experiência, se realizada nos pólos, poderia dar resultados ainda mais surpreendentes, uma vez que o pêndulo poderia fazer uma volta completa em torno do seu próprio eixo.

A Terra possui, ainda, outros movimentos. Os mais importantes são: a) Precessão dos Equinócios – Como a Terra gira inclinada sobre sua órbita, seu eixo polar descreve no espaço um imenso cone, em 28.800 anos. Durante esse longo período, aponta para várias "estrelas polares". A atual Polar é a estrela alfa da constelação da Ursa Menor. De agora a 14 mil anos, a estrela brilhante mais próxima do pólo norte será a estrela Vega, da constelação da Lyra. Ao mesmo tempo em que o eixo da Terra descreve no céu um círculo, o Equador desliza sobre a Eclíptica. Em conseqüência, as constelações zodiacais deslizam sobre os "signos". Este movimento é uma prova in-



Acima: Experiência de Foucault no Panteão de Paris, em 1852.
Abaixo: O Pêndulo de Foucalt no Museu de Ciência de Springfield, Massachussets, USA.





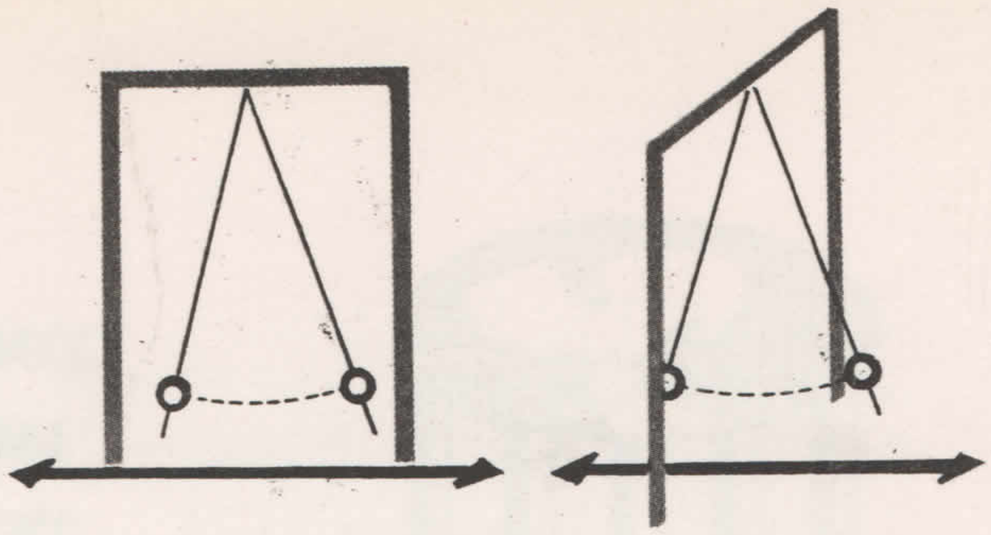
contestável da falsidade das doutrinas astrológicas. Os horóscopos, portanto, não têm nenhuma validade, pois, a partir de 1999, as constelações e os signos estarão "descasalados". Quem tiver o signo de Escorpião deverá mudar para Balança...

Outro movimento é denominado Nutação. À medida que o eixo polar descreve o círculo sobre o céu, realizando a mudança da estrela Polar, a atração da Lua provoca uma atração no Equador terrestre, que se traduz por pequenas irregularidades no movimento do eixo polar.

Com o decorrer dos séculos, a órbita terrestre se alonga e se encolhe; no ano 24.000 de nossa Era, a forma da órbita terrestre se aproximará muito de um círculo perfeito. Depois, voltará a mostrar uma excentricidade.

Os movimentos da Terra chegam a uma dezena e seria fastidioso descrevê-los todos. O certo é que esses movimentos produzem modificações na climatologia terrestre.

Nosso planeta é constituído de camadas geológicas. Supõe-se que o núcleo terrestre tenha uns 3.400 km de raio e seja constituído essencialmente de níquel e ferro. Por esta razão, a siderosfera, ou seja, o núcleo, é chamada de nife (níquel + ferro). A litosfera, camada superior ao núcleo, compreende várias camadas. A mais profunda, chamada capa litospórica mede uns 700 km e contém apenas 50 por cento do nife. Recobrindo essa capa, encontramos a capa ferrospórica, medindo também 700 km de espessura, na qual a proporção do nife é apenas de 25%, predominando aqui os silicatos de diversos metais ferrosos. Sobre essa capa, vem a capa peridotítica, medindo 1.500 km de espessura,



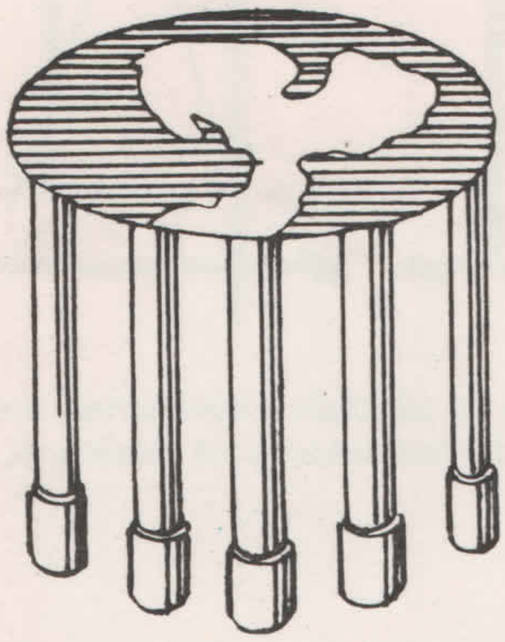
O plano de oscilação do pêndulo é invariável, mesmo que o seu eixo de sustentação se desloque.

composta de silicatos pesados ferromagnesianos – razão porque é chamada sima, palavra formada pelos símbolos da sílica e do magnésio. Finalmente, temos a verdadeira crosta terrestre, de 70 km de espessura, onde se encontram silicatos leves em forma de rochas graníticas e dioríticas, nas quais há grande abundância de alumínio. Por esta razão, essa camada é denominada sial (de sílica e alumínio). A existência dessas camadas foi deduzida do estudo das ondas sísmicas.

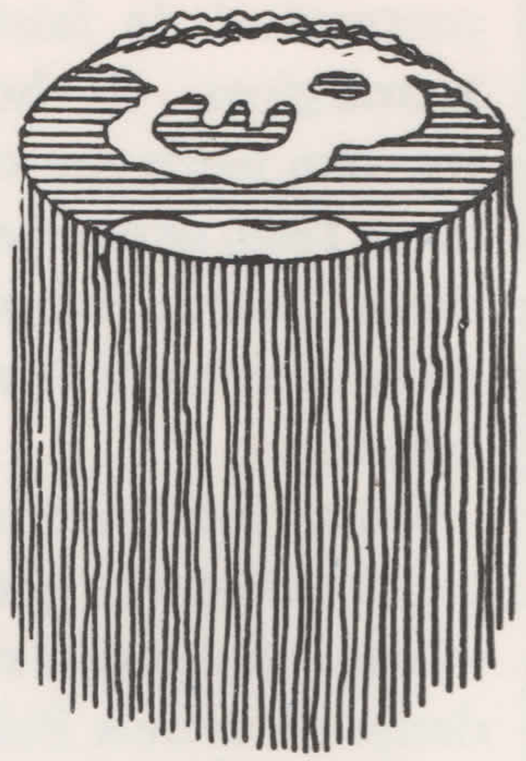
Chama-se de hidrosfera à camada aquosa que envolve parcialmente o planeta e que compõe os mares, rios e lagos. Sobre todo este conjunto, encontra-se a atmosfera (esfera de átomos), que atinge cerca de 2.000 km de espessura. Chama-se ar o gás que forma a atmosfera, o qual consiste numa mistura de elementos químicos onde se destacam o nitrogênio (azoto), com 78%; o oxigênio, com 0,94%; o anidrido carbônico, com 0,03%. A atmosfera exerce uma pressão (peso) sobre o solo. Essa pressão é avaliada pelo comportamento da coluna de mercúrio nos barômetros.

Depois das camadas atmosféricas, encontramos o espaço chamado interplanetário, onde reina perpetuamente a temperatura de 273 graus abaixo de zero.

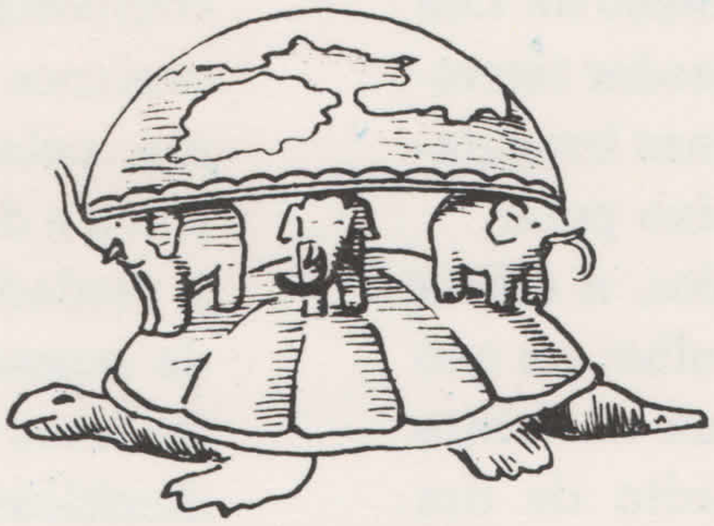
COMO OS ANTIGOS IMAGINAVAM A TERRA E O CÉU.



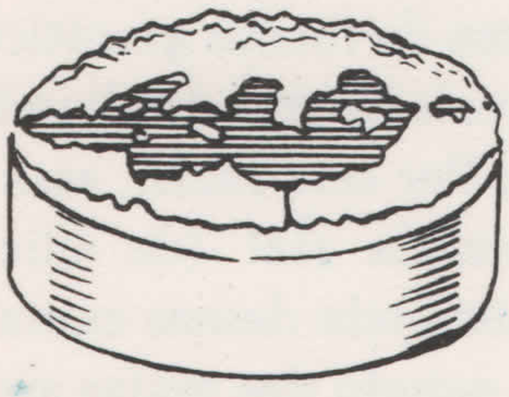
A Terra sobre Colunas



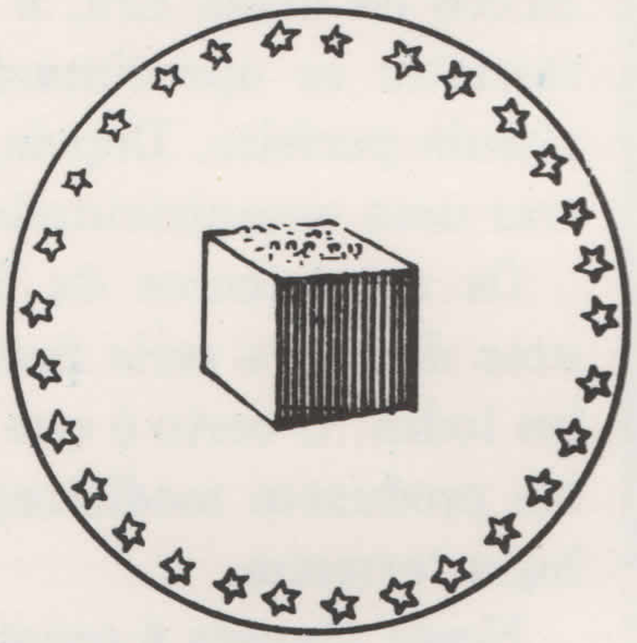
A Terra com Raízes



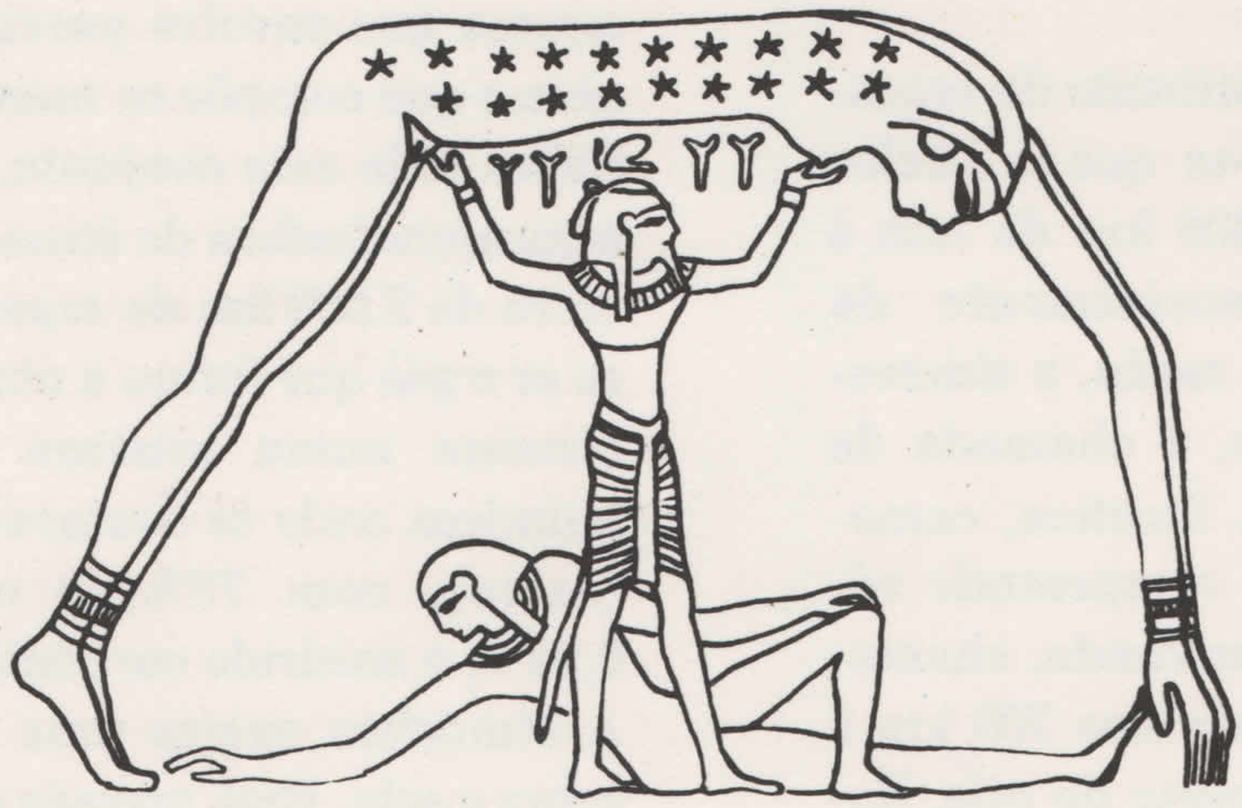
A Terra sobre uma Gigantesca Tartaruga.



A Terra - Um Cilindro



A Terra - Um Cubo



Concepção Egípcia do Céu e da Terra

Os progressos da Astronáutica determinarão a forma exata da Terra.

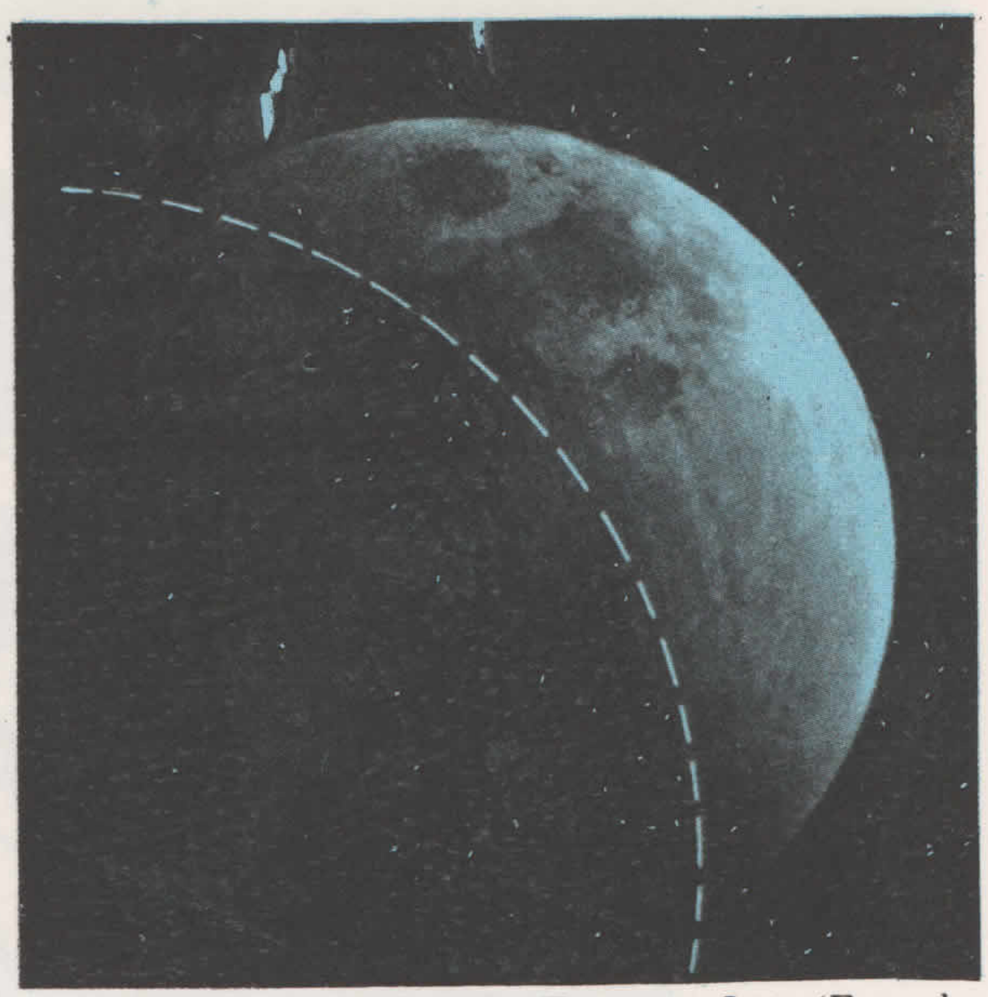
De qualquer maneira, apresenta-se ela como um esferóide - uma esfera ligeiramente achatada nos dois pólos.

Houve um tempo em que os homens nada conheciam da forma e das dimensões da Terra. Cada povo tinha sua idéia própria e interpretava à sua maneira o planeta em que vivemos.

Naturalmente, a primeira idéia que ocorreu aos que se dedicaram ao problema foi o da **terra plana**. Imaginavam, por exemplo, que a Terra era um disco enorme sobre o qual estavam os continentes e os mares. O disco era suportado por uma dúzia de colunas cuja segurança dependia das boas ações dos homens. Se estes, em sua maioria, fossem pecadores e ofendessem aos deuses de maneira grave, as colunas vacilariam e o mundo teria fim, pois o disco da Terra cairia nas profundezas... do Inferno!

Outros povos imaginavam o planeta sob a forma de uma concha em forma hemisférica, a qual descansava sobre o dorso de quatro gigantescos elefantes, os quais, por sua vez, estavam pousados sobre o casco de uma tartaruga descomunal. Os elefantes representavam os quatro pontos cardiais: Norte, Sul, Oeste, Leste. A tartaruga simbolizava a paciência do Criador. Alguns autores mencionam que ao redor do conjunto havia uma imensa serpente mordendo a própria cauda – símbolo da Eternidade.

Outras idéias surgiram com o decorrer dos tempos. A Terra seria um disco plano dotado de uma quantidade infinita de raízes boiando no Oceano Universal. O sábio grego Anaximandro (Séc. VI antes de Cristo) concebia nosso planeta como um cilindro que flutuava no espaço e cujo diâmetro era três vezes maior que sua altura. Somente a sua parte superior seria habitada. Platão (Séc. IV a.C.) desenvolveu uma teoria segundo a qual a



A projeção da sombra da Terra na Lua (Foto do "Observatório Galileu Galilei", de São José dos Campos, S.P.).

Terra seria um cubo, para ele a mais perfeita das formas geométricas.

De acordo com a concepção egípcia, a Terra era representada pela deusa GEB deitada; sobre ela, arqueava-se a deusa NUT, cujo corpo era recoberto de estrelas. No centro, o deus SHU sustentava a abóbada estrelada sobre a Terra. Geb era a Terra; Nut o Céu e Shu, o filho de Ra, o Sol.

Sabemos hoje que a Terra é um planeta. Um esferóide ligeiramente achatado nos pólos, girando ao redor de um eixo e, ao mesmo tempo, circulando ao redor do Sol, a nossa estrela. A esfericidade da Terra já foi largamente demonstrada pelas viagens de circunavegação do globo e pelas fotografias obtidas pelos estronautas quando da viagem à Lua. Aliás, todos os planetas e estrelas são esferóides, não havendo motivo para que a Terra constituísse uma exceção à regra.

SELENE – A RAINHA DA NOITE

Talvez mais do que o Sol, a Lua sempre atraiu os olhares humanos desde tempos imemoriais. O culto da Lua atravessou os milênios e ainda hoje notamos a poderosa influência da adoração da Lua através dos calendários lunares ainda existentes, bem como as festas da Igreja, todas elas associadas aos movimentos do nosso satélite.

Os antigos helenos davam-lhe o nome de Seleno, do qual se originou o moderno estudo da Lua, a Selenografia. Os egípcios associavam-na a Ísis, esposa de Osíris. Entre os babilônios, era chamada Sin, ocupando lugar privilegiado na trindade divina dos mesopotâmicos. Entre os hindus, tinha o apelido de Soma; faziam-lhe festas e tributavam-lhe homenagens. Para os antigos árabes, ela era Al – Lat, adorada sob o nome de Men, raiz de onde se originaram as palavras Mond e Moon, nomes da Lua respectivamente em alemão e inglês. Os romanos a chamavam Diana (de Diva Jana) e de Lucina,-de onde veio o nome Lua.

Foram os gregos, os primeiros selenógrafos do mundo. Aristóteles (384-322 a.C.), observando suas fases, já afirmava que a Lua é um corpo esférico que gira ao redor da Terra em um mês e que nos mostra apenas uma face, permanecendo a outra permanentemente oculta. Aristarco de Samos (320-250 a.C.) tentou medir a distância da Lua à Terra e Hi-

parco (160-125 a.C.), reunindo conhecimentos de seus antecessores, chegou a determinar a inclinação da órbita lunar com relação à da Terra. Em épocas mais recentes, Tycho Brahe (1546-1601) estudou atentamente alguns dos principais movimentos do satélite.

Pode-se dizer que o conhecimento sistemático da Lua teve início a partir de 1610, quando Galileu apontou para ela o seu telescópio e realizou alguns desenhos, onde vemos os "mares" e crateras. Os desenhos de Galileu foram publicados em sua famosa obra Siderius Nuncius (Mensageiro Celeste), publicado em 1610.

A primeira carta da Lua foi desenhada pelo astrônomo e padre Jesuíta P. Scheiner, publicada em Ingostadt, em 1618. Em 1645, Van Langreen, conhecido por Langrenus, desenhou uma carta. Mas o mais importante mapa lunar surgiu em 1651, realizado por Giovanni Battista Riccioli, no seu livro Almagestum Novum (Novo Almagesto). Esses mapas mostram os efeitos das librações lunares e introduzem uma nomenclatura lunar. Essa nomenclatura permanece ainda hoje, após ser completada por outros cartógrafos da Lua. Assim é que nos mapas modernos, os nomes aparecem em latim: Mare Serenitatis, Mare Humorum, Mare Vaporum, Oceanus Procellarum, etc., para identificar os "mares" da Serenidade, dos Humores, dos Vapores, o Oceano das Tempestades, etc. Na realidade, não há nem nunca houve água na Lua. Como as planícies fossem semelhantes a oceanos,

Galileu Galilei, o inventor do telescópio astronômico. Foi o primeiro homem a ver as crateras e montanhas da Lua, em 1610.

elas foram assim batizadas e permanecem até hoje. Mesmo quando se descobrem novos acidentes, como foi o caso do outro lado da Lua, fotografado por uma sonda espacial automática soviética, a nomenclatura permanece: Mare Moscovianum, por exemplo. Às montanhas, foram dados nomes de montanhas terrestres: Apeninos, Alpes, Cáucaso, etc.

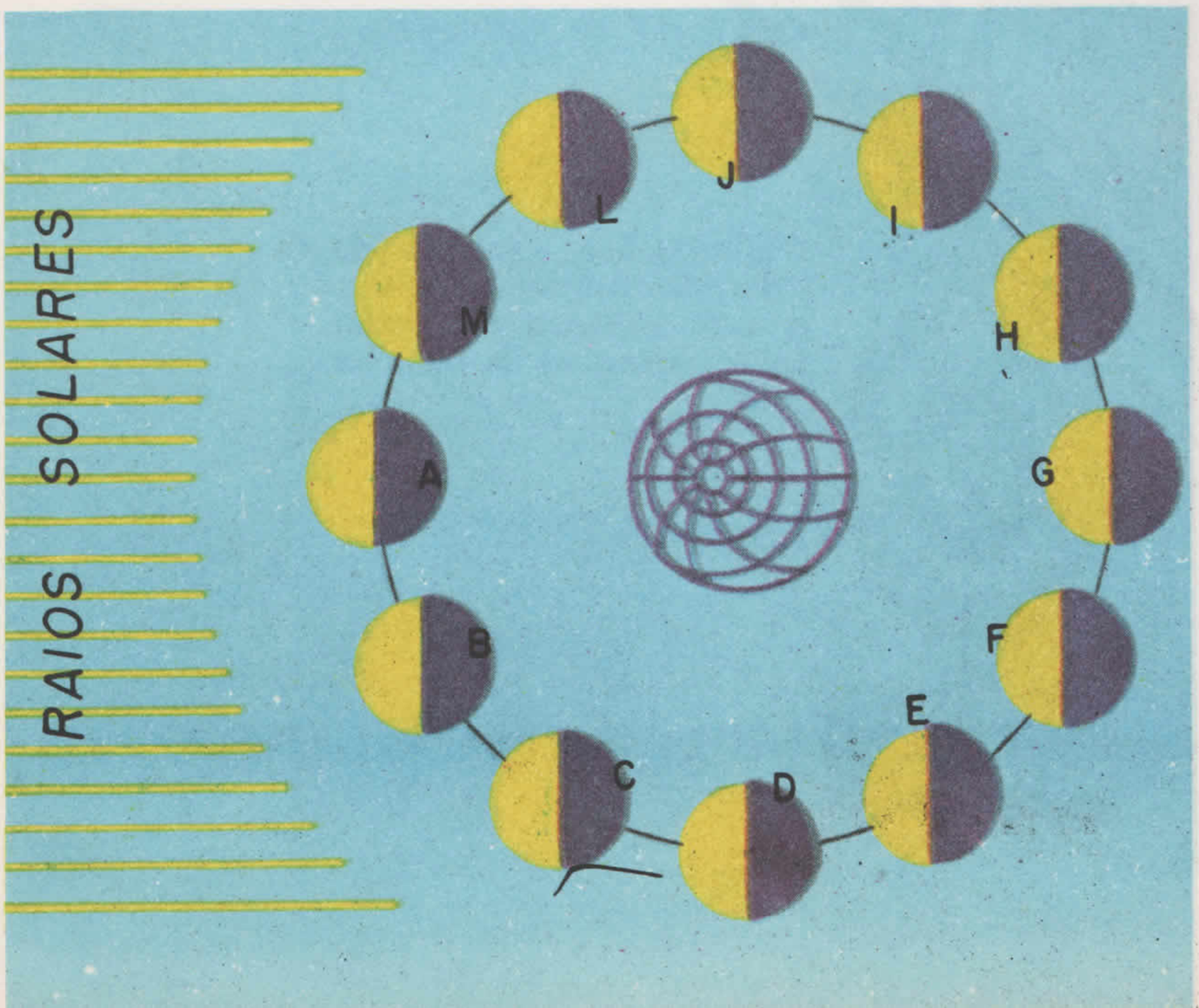
As crateras e circos que cobrem toda a superfície lunar receberam, a partir de Riccioli, nomes de grandes sábios do passado, tais como Aristóteles, Platão, Eratóstenes, Eudoxo e outros. Modernamente, continuam os astrônomos a utilizar nomes de cientistas modernos como Galileu, Newton, Pickering, Einstein, etc. E até mesmo de sábios ainda vivos.

A Lua é o satélite natural da Terra. Mais do que simples satélite, é como um irmão da Terra, acompanhando-a em sua eterna viagem pelo espaço. Muitos astrônomos consideram a Lua mais um planeta do que um satélite; isso porque ela é muito grande. Enquanto os maiores satélites dos outros planetas, como Júpiter e Saturno são milhares de vezes menores que o astro principal, nossa Lua é apenas 49 vezes menor que a Terra. Sua gravitação é de tal forma poderosa, que ela provoca marés aquáticas, atmosféricas e telúricas no nosso planeta. Mas ainda: sua atração faz com que a Terra e a Lua girem em redor de um centro comum de gravidade. Assim, não se pode dizer que a Lua gira ao redor da Terra – é meia verdade.

A distância da Lua à Terra é, em média, 384 mil quilômetros. Seu movimento aparente ao nosso redor executa-se em 27 dias; mas, por efeito de sua revolução, as mesmas fases se repetem num período de 29 dias. As fases lunares originaram a medida dos meses.

Enquanto a Lua percorre sua órbita, gira simultaneamente ao redor do seu eixo. Por esse motivo, só nos mostra uma face. A outra face da Lua só foi vista pelos astronautas e podemos vê-la, hoje, através das fotografias obtidas pelos astronautas e por máquinas automáticas espaciais.

No decurso de um mês a Lua nos apresenta aspectos diferentes chamados **fases**, as quais dependem de sua posição no espaço com relação à Terra e ao Sol. Quando a Lua se encontra entre a Terra e o Sol, é invisível para nós. No segundo



Fotografias da Lua mostrando as fases na mesma ordem do diagrama.

Diagrama mostrando as posições da Lua durante um mês.

Fotografia da Lua Cheia, mostrando seus principais acidentes.

dia depois dessa fase (Lua Nova), começa a mostrar-se como um delgado crescente. À medida que passam os dias, esse crescente vai tomando corpo até assumir a forma de um semicírculo, sete dias após a primeira fase. É o chamado Quarto Crescente, que os astrônomos denominam primeira quadratura. Continuando a afastar-se angularmente do Sol, toma uma forma ovalada ou gibosa, pela altura dos 11 dias de lunação. Aos 14 dias, apresenta-nos sua face inteiramente iluminada: é a Lua Cheia ou oposição. Nessa ocasião, a Lua nasce às 18 horas, atravessa o meridiano à meia-noite e desaparece no ocaso logo ao nascer do Sol. Depois da Lua Cheia, vem o Quarto Minguante, ou segunda quadratura e o satélite vai apresentando os mesmos aspectos sucessivos, em ordem inversa, até se transformar novamente num delgado alfange e desaparecer, voltando à fase Nova, a qual é invisível, pois a Lua nasce ao lado do Sol.

Quando se observa a Lua através de um telescópio, mesmo de reduzido alcance, verifica-se que as manchas escuras, a que os antigos deram o nome de mares, são imensas planícies, pontilhadas aqui e ali por crateras e picos isolados. As manchas claras se transformam em montanhas que se sobrepõem a uma paisagem alucinante. Nesta, misturam-se, como num labirinto, circos e crateras de todos os tamanhos. Extensas raias luminosas partem de algumas crateras

Paisagem hipotética da Lua.

como Tycho, Copérnico, Eratóstenes, Kepler, etc. Verificamos, também, que o hemisfério sul é muito mais acidentado que o norte.

Qual a origem das crateras e circos lunares?

Até bem pouco tempo os cientistas discutiam; um grupo afirmava que todas as crateras haviam sido originadas por choques de gigantescos meteoritos, enquanto outro afirmava serem elas produzidas por erupções dos vulcões lunares. Hoje sabe-se que existem na Lua crateras originadas por ambos os fenômenos.

O exame das rochas lunares trazidas pelos astronautas em suas viagens iniciou uma nova ciência, a Selenologia, ou seja, a Geologia Lunar. Ao mesmo tempo, iniciam-se os estudos de uma nova ciência, a Selenodésia, que tem por finalidade estudar a forma e as dimensões da Lua. Essa nova ciência utiliza métodos dinâmicos e geométricos, ou seja, o campo gravitacional do satélite e as medidas geométricas do esferóide lunar.

Um dos aspectos mais interessantes oferecidos pela Lua aos estudiosos é a observação do que se convencionou cha-

mar de fenômenos transitórios lunares. A sigla TLP (Transient Lunar Phenomena) é conhecida de todos os astrônomos de hoje, notadamente os amadores. Consiste esse fenômeno em brilhamentos que surgem sem aviso e desaparecem sem motivo aparente. A Lua é observada constantemente por milhares de amadores e profissionais e são registrados esses brilhamentos para posterior exame.

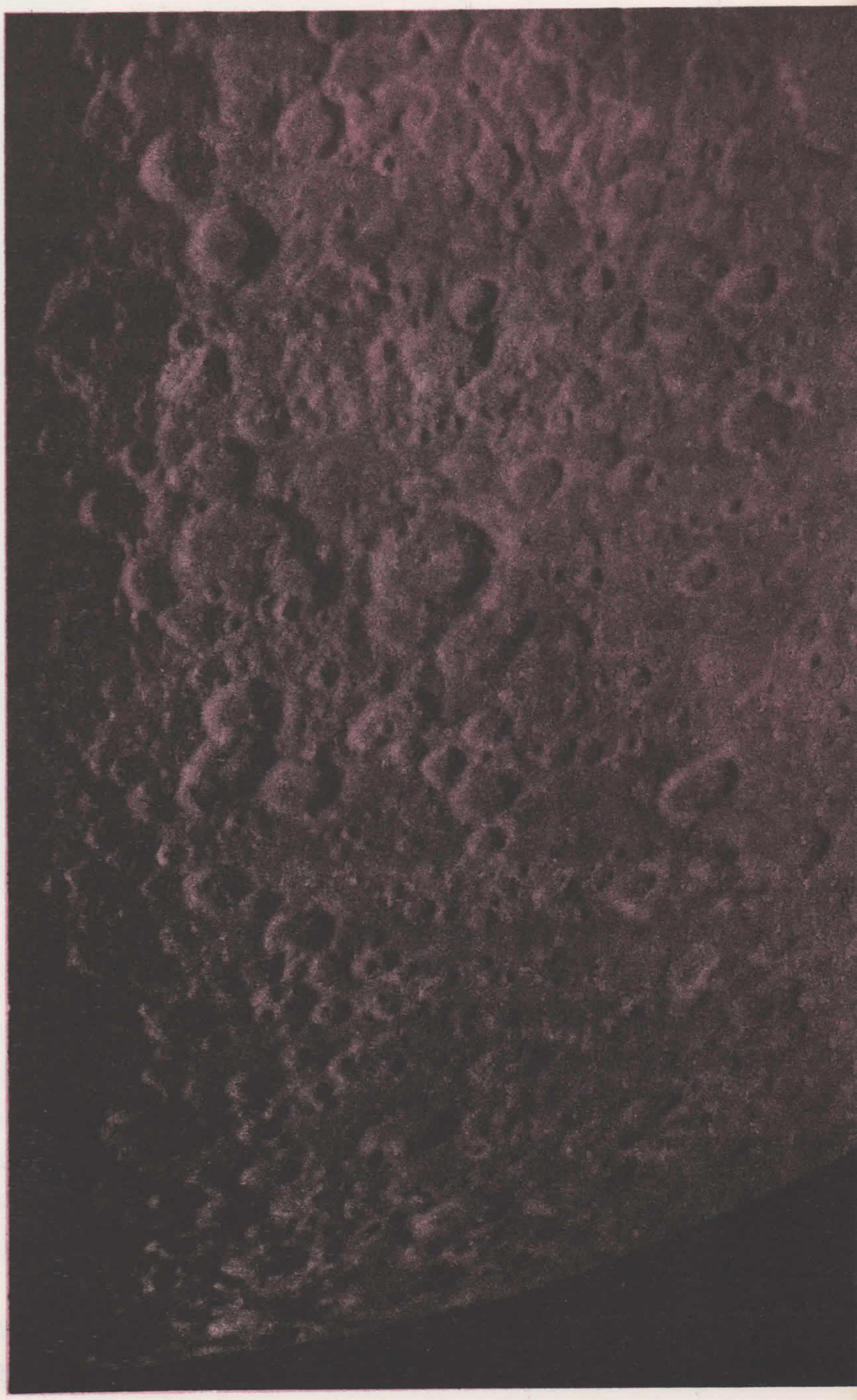
Qual a origem da Lua?

Há três teorias: 1ª: a Lua teria sido capturada pela Terra; 2ª: a Lua seria "filha" da Terra, tendo-se desprendido desta em eras remotas; 3ª: os dois astros foram formados simultaneamente. Apesar da grande soma de conhecimentos que temos atualmente sobre a Lua, é impossível dizer qual destas hipóteses é a verdadeira.

A mais cativante hipótese é a segunda: a Lua teria sido expelida da Terra, do local onde hoje se estende o Oceano Pacífico. De acordo com essa idéia, ao sair a Lua da região do Pacífico, os continentes se separaram do outro lado do mundo por efeito da necessidade de equilibrar as massas sobre a esfera terrestre. Assim, a Europa e a África separaram-se das Américas.

De acordo com as análises feitas nas rochas lunares, verificou-se que a Lua teria mais ou menos a mesma idade da Terra. Afirmam outros que esse exame provou que a Lua era mais velha que o nosso planeta. Isso invalidaria por completo a teoria de que a Lua é filha da Terra. Quem poderá, porém, garantir que a Lua, girando no espaço há milhões de anos, sem uma camada protetora de atmosfera, não tenha envelhecido artificialmente o seu solo? Sabemos que os raios solares chegam à Lua absolutamente puros. Há, ainda, a considerar, os raios cósmicos, que bombardeiam constantemente a Lua, os quais poderiam perfeitamente "envelhecer" a superfície lunar, dando aos sábios terrestres a falsa informação da longevidade da Lua.

Região do pólo sul lunar. Fotografia da Lua Obtida no "Observatório do Capricórnio", de São Paulo - Brasil.

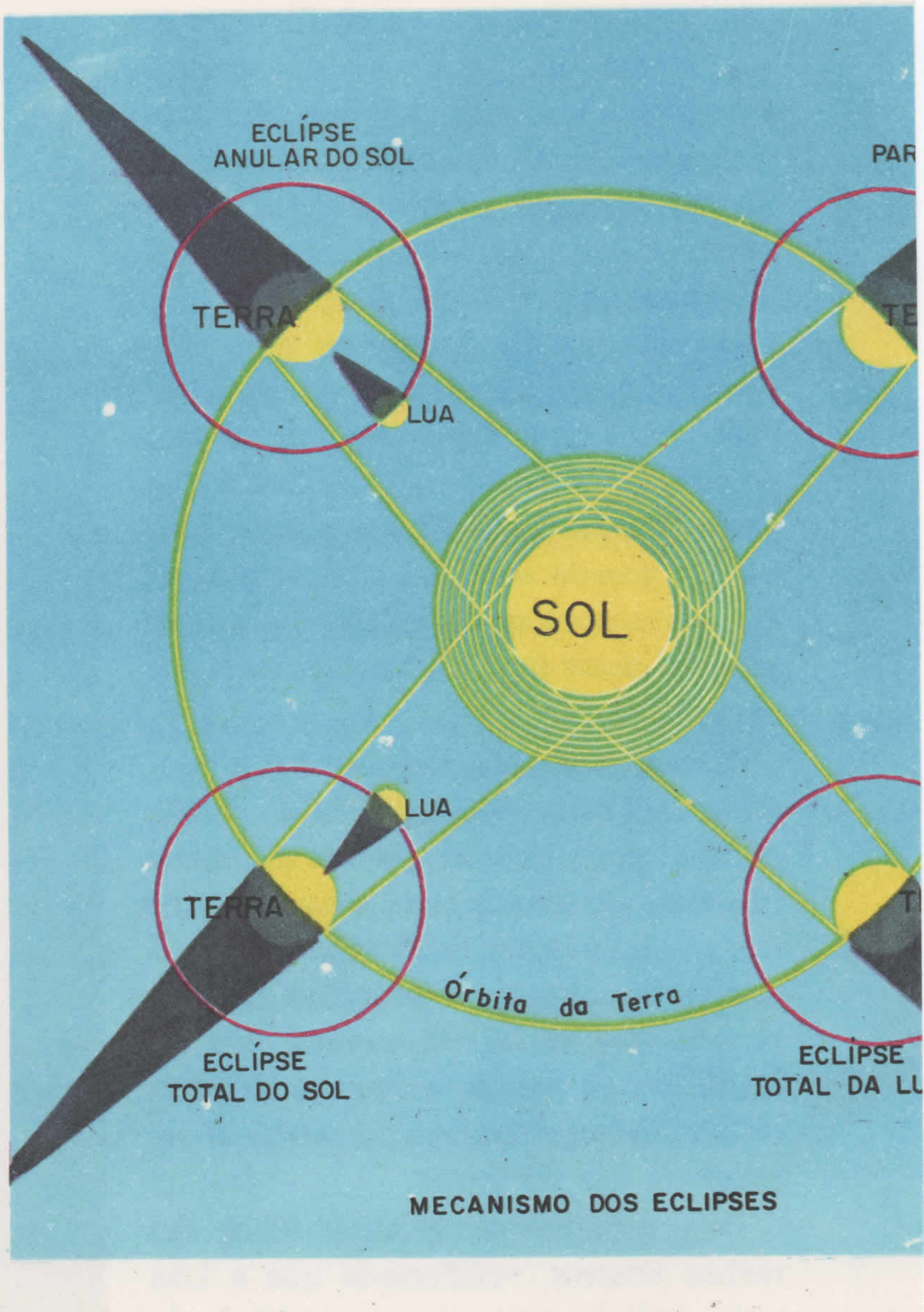


SOMBRAS NO CÉU – OS ECLIPSES

O fenômeno dos eclipses sempre impressionou a humanidade, o que é compreensível, pois não há manifestação natural de caráter tão grandioso. Furacões, terremotos, inundações são ocorrências que apavoram, mas os eclipses, na sua linguagem silenciosa, revelam até que ponto são perfeitas e inexoráveis as leis que regem os movimentos dos corpos celestes.

Sempre houve eclipses, mesmo antes que existissem olhos para contemplá-los. Antes que a Terra pudesse abrigar a mais elementar forma de vida, já periodicamente a Lua ocultava o Sol ou a sombra da Terra se projetava na face da Lua. Os mais antigos documentos nos falam de eclipses. Nas plaquetas babilônicas, nos papiros egípcios, nos pergaminhos medievais encontram-se referências aos eclipses – muitos deles tidos como "avisos" celestes aos homens.

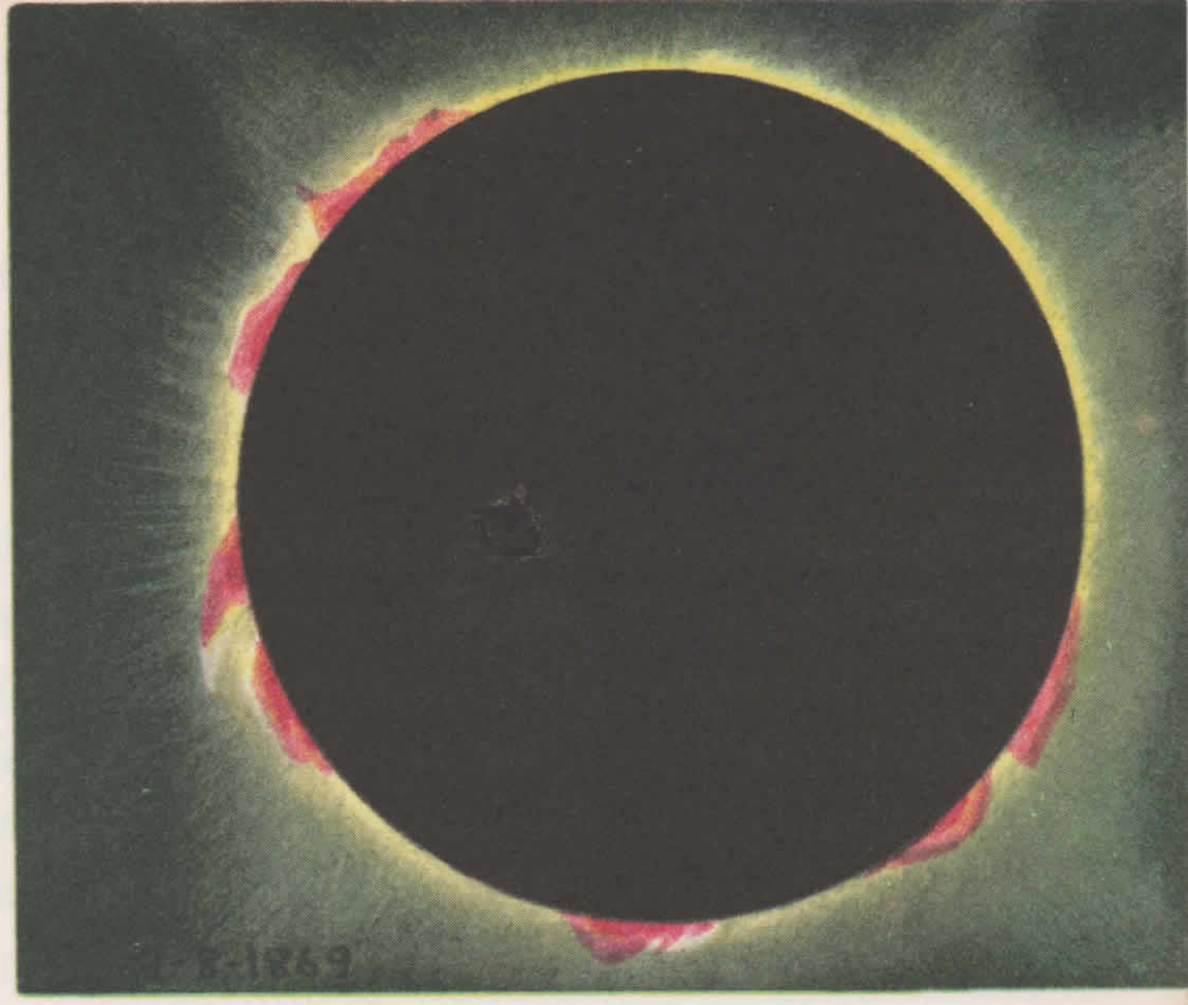
Há mais de dois mil anos, já os chineses previam a ocorrência desse fenômeno e dois astrônomos da corte chinesa, Ho e Hi, foram mortos porque se entregaram a uma bebedeira e esqueceram de comunicar ao imperador um eclipse do Sol... Na Grécia antiga, durante uma batalha, um eclipse do Sol escureceu o mundo, deixando os soldados gregos apavorados. Péricles, que os comandava, tirando sua capa, vedou com ela os olhos de um capitão e perguntou-lhe se aquilo era apavorante; ante a resposta negativa, redargüiu: "Onde está a diferença entre um e outro fenômeno, a não ser que o eclipse é produzido por um objeto muito maior que o meu manto?"



MECANISMO DOS ECLIPSES

Fenômeno inteiramente inofensivo, o eclipse não nos pode causar qualquer prejuízo. Trata-se, tão-somente, do desaparecimento de um astro pela interposição de um outro. Literalmente, a palavra eclipse significa ocultação ou desaparecimento.

Todos os astros, como o sabemos, acham-se em perpétuo movimento no espaço, girando uns em torno dos outros.



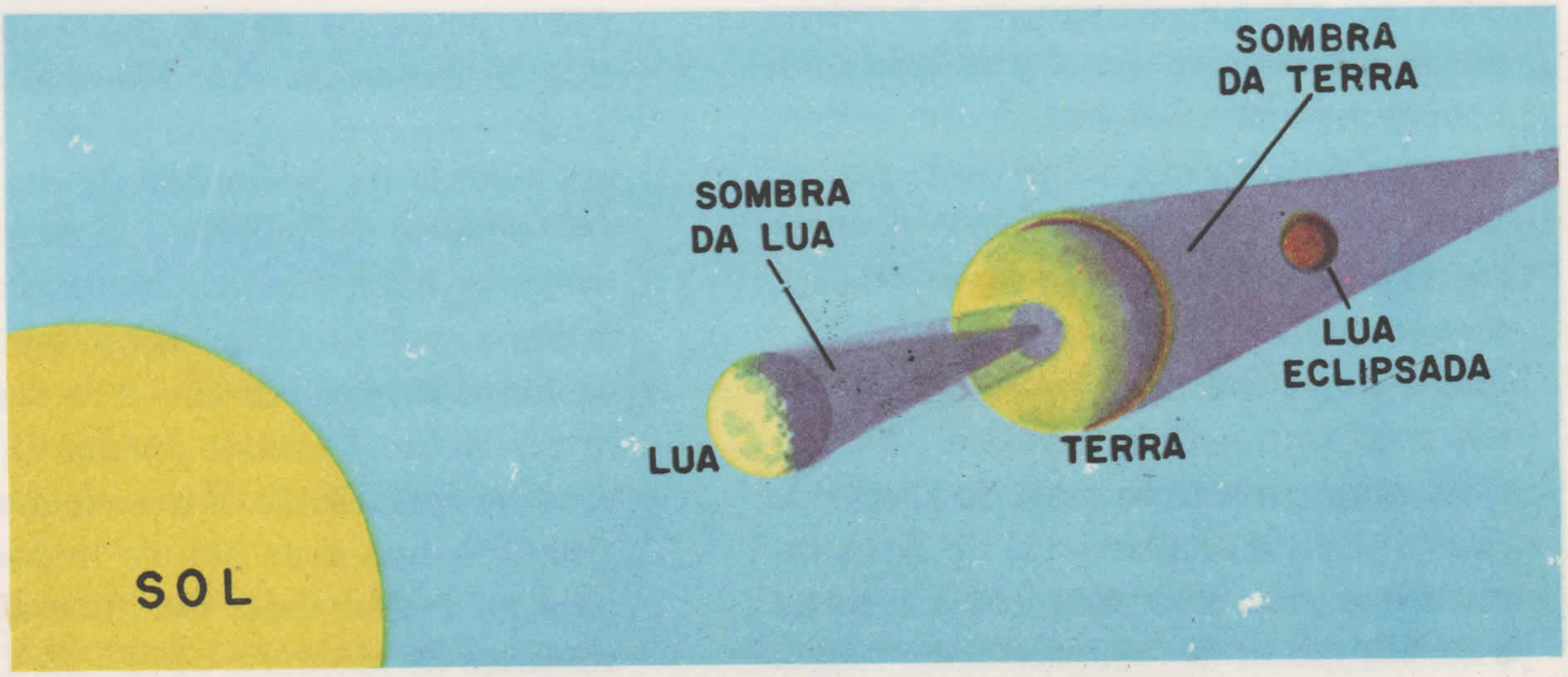
Eclipse total do Sol de 7 de agosto de 1869. Vêem-se a Coroa Solar e algumas protuberâncias.

Se a Terra gira ao redor do Sol e a Lua em torno da Terra, é fácil compreender que, em determinadas circunstâncias, a Lua poderá penetrar na sombra da Terra (eclipse da Lua) ou passar em frente ao Sol, ocultando-o (eclipse do Sol). Os movimentos dos astros são rigorosamente cíclicos, de modo que os eclipses ocorrem com a mais absoluta regularidade, podendo ser previstos. Aliás, disso já sabiam os babilônios há mais de quatro mil anos. Descobriram, por exemplo, que, passados 18 anos e 278 dias, os eclipses voltavam a repetir-se quase nas mesmas circunstâncias. Chamaram a esse espaço de tempo "saros", palavra que significa período.

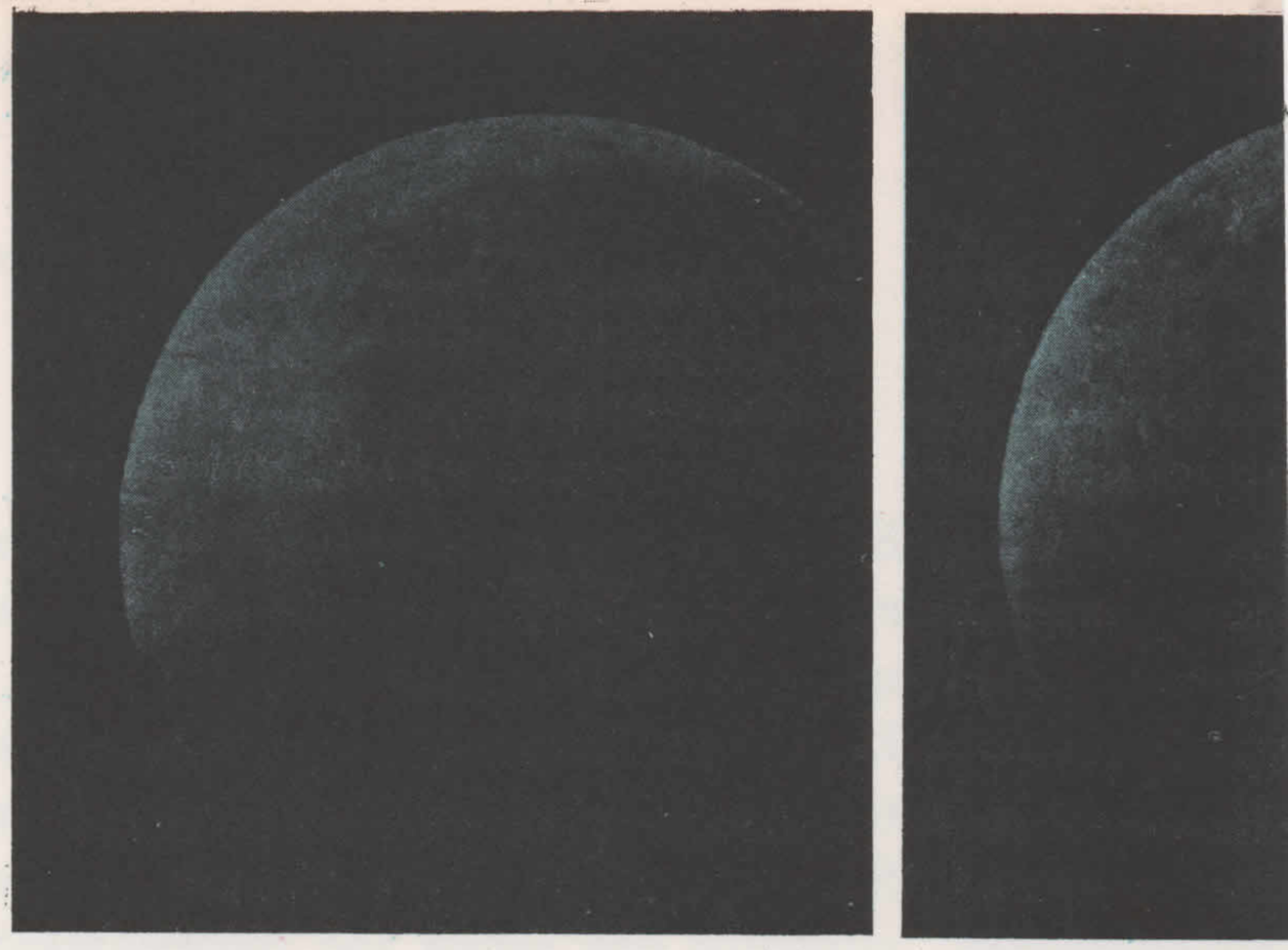
Os eclipses da Lua só podem ocorrer na Lua Cheia e os do Sol na Lua Nova, como é fácil de observar pelas figuras: na Lua Cheia, a face lunar está totalmente iluminada; na Lua Nova, o Sol ilumina a face da Lua que nunca podemos ver.

No que se refere ao número de eclipses, nunca poderão verificar-se mais de sete nem menos de dois por ano. Havendo apenas dois, serão ambos do Sol. Jamais poderão ocorrer mais do que três eclipses da Lua por ano.

Os eclipses do Sol são, portanto, em maior número, muito embora quase toda gente já tenha visto um eclipse da Lua e a grande maioria nunca tenha observado um eclipse do Sol. A explicação deste paradoxo é a seguinte: no eclipse da Lua, é o nosso satélite que se oculta, penetrando no cone de sombra que a Terra projeta no espaço – o fenômeno é visto por todos os que habitam a face da Terra voltada para a Lua durante as horas em que o fenômeno tem lugar. Já o eclipse do Sol é visto numa estreita faixa de



COMO OCORREM OS ECLIPSES. A figura mostra como ocorrem os eclipses do Sol e da Lua.



sombra que a Lua projeta na Terra. Só os habitantes das cidades por sobre as quais passa a sombra da Lua vêem o eclipse.

Há vários tipos de eclipses lunares. No eclipse penumbral, a Lua atravessa apenas o **cone de penumbra** da Terra; no eclipse parcial, a Lua penetra parcialmente no **cone de sombra** da Terra e no eclipse total, a Lua imerge completamente no cone de sombra.

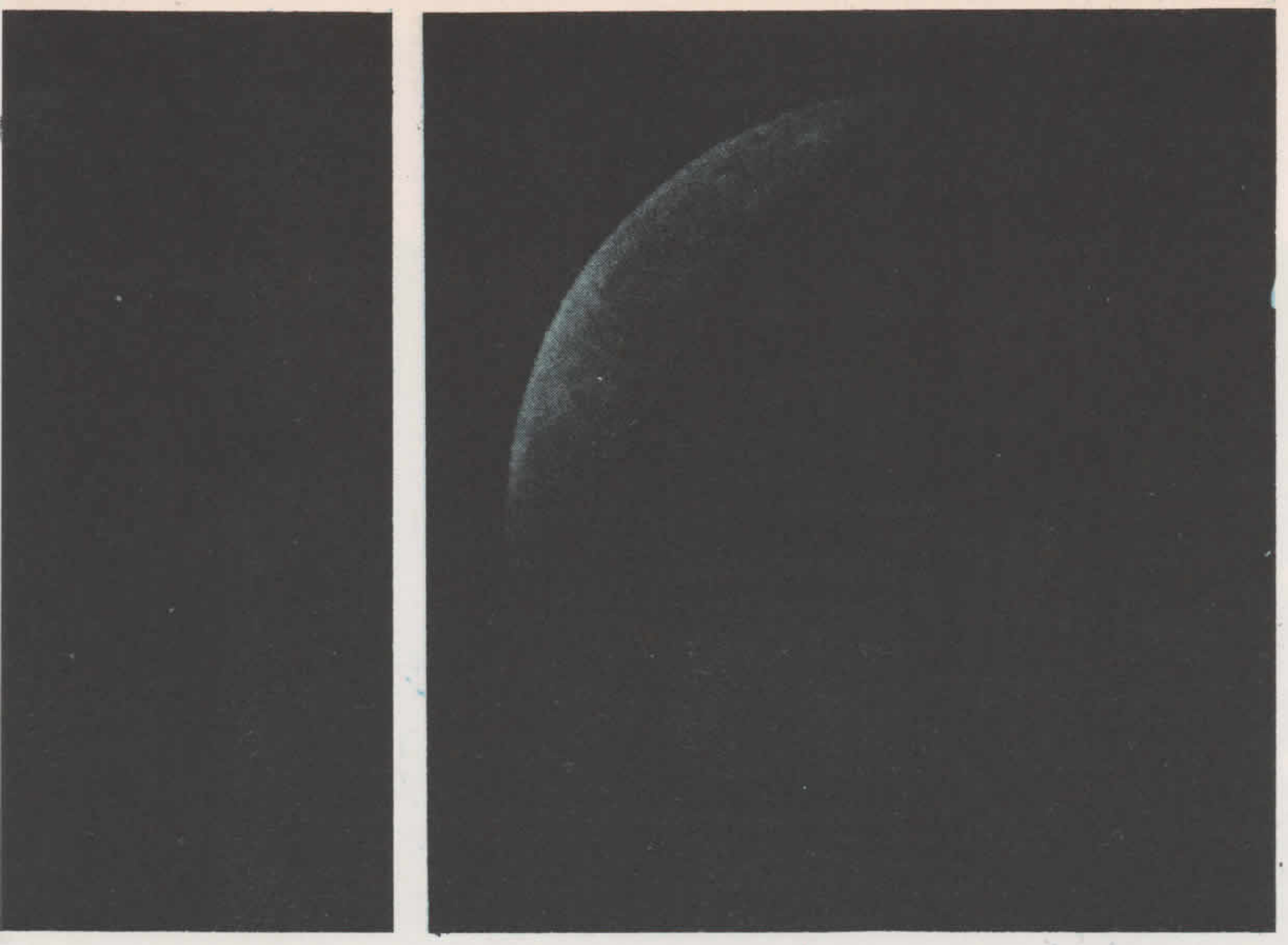
A Lua totalmente eclipsada se nos apresenta como um globo obscurecido e avermelhado; à medida que a Lua atravessa o cone de sombra do nosso planeta e caminha para o fim do eclipse, surge uma luminosidade azulada. Essas cores são o produto da reflexão, na superfície lunar, das cores da atmosfera terrestre.

No caso de um eclipse do Sol, a Lua deverá estar em conjunção (entre a Terra e o Sol) e próxima de um dos nodos de sua órbita. Nodos são as intersecções que a órbita da Lua, que é inclinada, relativamente à órbita terrestre, faz com a órbita da Terra. Nesse caso, a Lua projeta o seu cone de sombra sobre a Terra, provocando, ao deslocar-se o nosso planeta, uma faixa de sombra que não atinge mais de 200 km de largura. Somente dentro desta faixa é que o eclipse total poderá ser visto. No caso de um eclipse **anular**, durante o qual se pode ver, ao redor do Sol, um anel luminoso, ocorre o seguinte: a Lua está no **perigeu**, ou seja, menor distância da Terra, e, portanto, menor que o Sol. O seu cone de sombra não toca a superfície terrestre.

Enquanto o eclipse total da Lua pode durar horas, o eclipse total do Sol é rapidíssimo, não ultrapassando 7 minutos e 58 segundos. Os eclipses mais longos deste século foram os de junho de 1937, junho de 1955, o de junho de 1973 e o próximo será o de julho de 1999 – todos com mais de sete minutos de duração.

Chama-se trânsito à passagem pelo disco solar dos planetas Mercúrio e Vênus ou à passagem de satélites sobre a superfície de outros planetas, vistos da Terra. As ocultações são produzidas pela Lua, que, no seu movimento, oculta planetas, estrelas e planetóides. O instante do desaparecimento do astro chama-se **imersão**; seu reaparecimento é a **emersão**.

Em determinadas épocas, os planetas chamados interiores, Mercúrio e Vênus, passam sobre o disco solar, na sua conjunção inferior, sendo vistos, então, como pequenos discos negros sobre a face brilhante do Sol. Mercúrio passa, geralmente, ao norte ou ao sul, do Sol, em virtude da inclinação de sua órbita em relação à Eclíptica. Somente em trânsitos excepcionais, Mercúrio passa diretamente sobre o disco solar. Isso acontece sempre nos dias 8 de maio e 10 de novembro, havendo apenas 13 passagens em cada século. É um espetáculo de grande beleza e de grande importância para os astrônomos. Os intervalos dos trânsitos de Mercúrio são de 13, 7, 10 e 3 anos. A atividade solar (ocorrência de

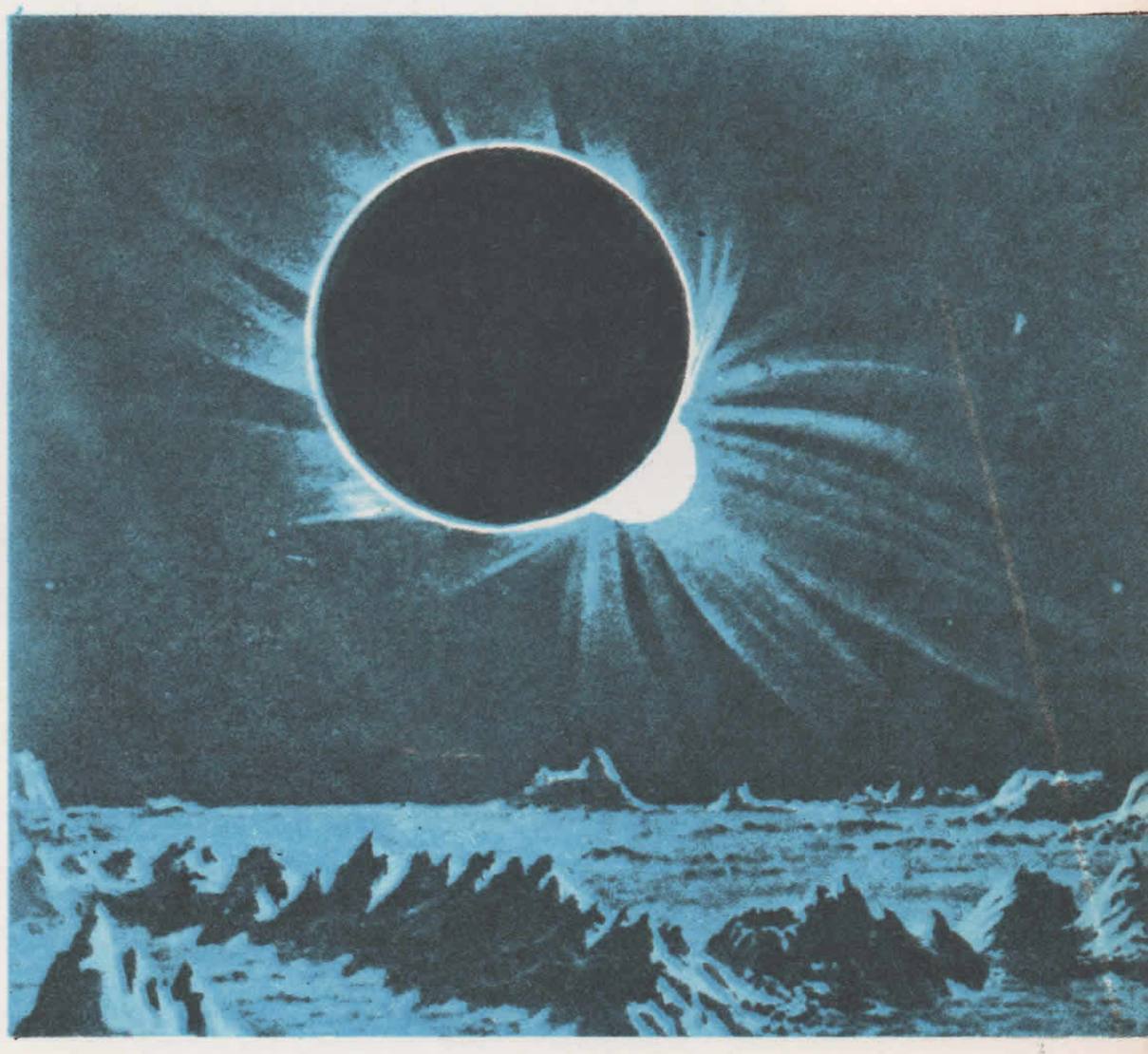


Belíssima série de fotografias de um eclipse lunar (28-8-1961) obtida pelo "Observatório Galileu Galilei", São José dos Campos. S. Paulo.

"manchas") estava em zero, na classificação de Wolf.

Os trânsitos de Vênus são muito mais raros. O primeiro deles, registrado pelo astrônomo Jeremiah Horrocks, deu-se em 4 de dezembro de 1639. Quatro outras passagens foram observadas em 6 de junho de 1761, 3 de junho de 1769, 9 de dezembro de 1874 e 6 de dezembro de 1882. Esses trânsitos auxiliaram os astrônomos em suas medidas da distância do Sol. O último foi observado por astrônomos brasileiros em Olinda, Pernambuco. As próximas passagens serão em 8 de junho de 2004 e 6 de junho de 2012.

Um eclipse do Sol visto da Lua. Pintura do Selenógrafo Britânico Scrive Bolton.



"Quando Vênus atravessa o disco solar" – descreve Ronaldo Mourão, no seu livro da Terra às Galáxias, – "vê-se, de início uma mancha brilhante. Logo depois, quando Vênus começa a emergir no disco solar, essa mancha se estende gradualmente para os lados, contornando o disco escuro do planeta, até tomar a forma de um halo brilhante, que o envolve completamente. Esse fenômeno é causado pela refração da luz solar na atmosfera de Vênus".

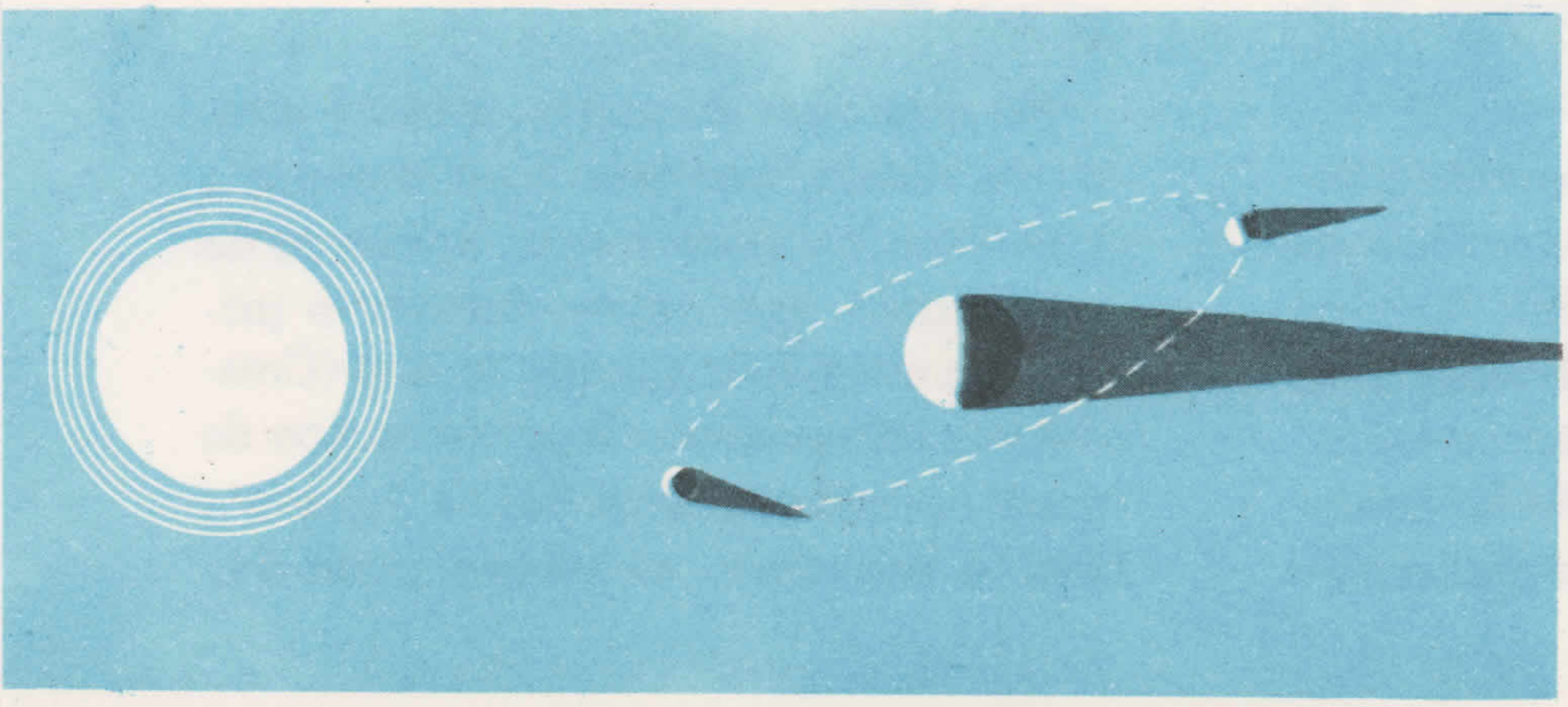


Diagrama que mostra porque não há eclipses todos os meses: a órbita lunar está inclinada, com relação à órbita da Terra. Só há eclipses quando coincidem os centros dos três astros – Sol, Terra e Lua.

A INQUIETUDE CONSTANTE DO MAR

Durante as 24 horas do dia, sobem e descem as águas do mar em toda a superfície da Terra. O nível de elevação da massa oceânica depende, essencialmente, do relevo submarino e da latitude do lugar considerado. Na baía de Fundy, na Nova Escócia, Puerto Gallego e Puerto Deseado, por exemplo, as águas do mar alcançam muitos metros de altura. Na baía de Fundy as águas, durante a preamar, podem atingir até 21 metros de altura.

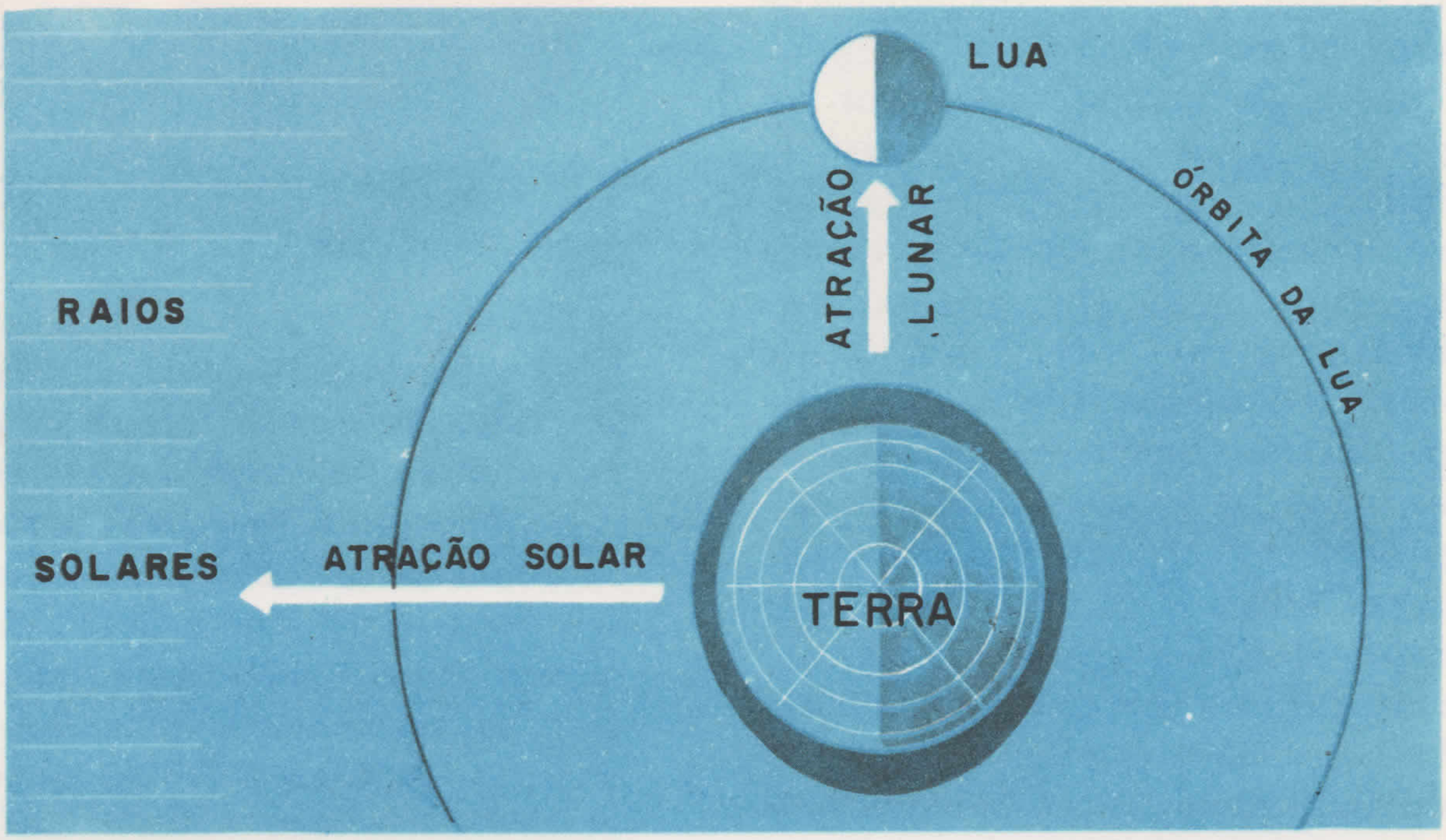
O fenômeno das marés é devido à dupla atração que, sobre a superfície da Terra, exercem a Lua e o Sol. A maior ação gravitatória é naturalmente a da Lua, em virtude da sua grande proximidade. O estudo das marés foi de fundamental importância para a elaboração da Lei da Gravitação Universal, por Isaac Newton.

Tratando-se de uma lei geral, a atração lunissolar se faz sentir não apenas sobre as partes líquidas da esfera terrestre, mas também sobre as camadas atmosféricas e as partes sólidas da crosta terrestre. Devido à maior mobilidade das massas líquidas, a atração sobre as águas representa 70% e sobre as terras apenas 30%.

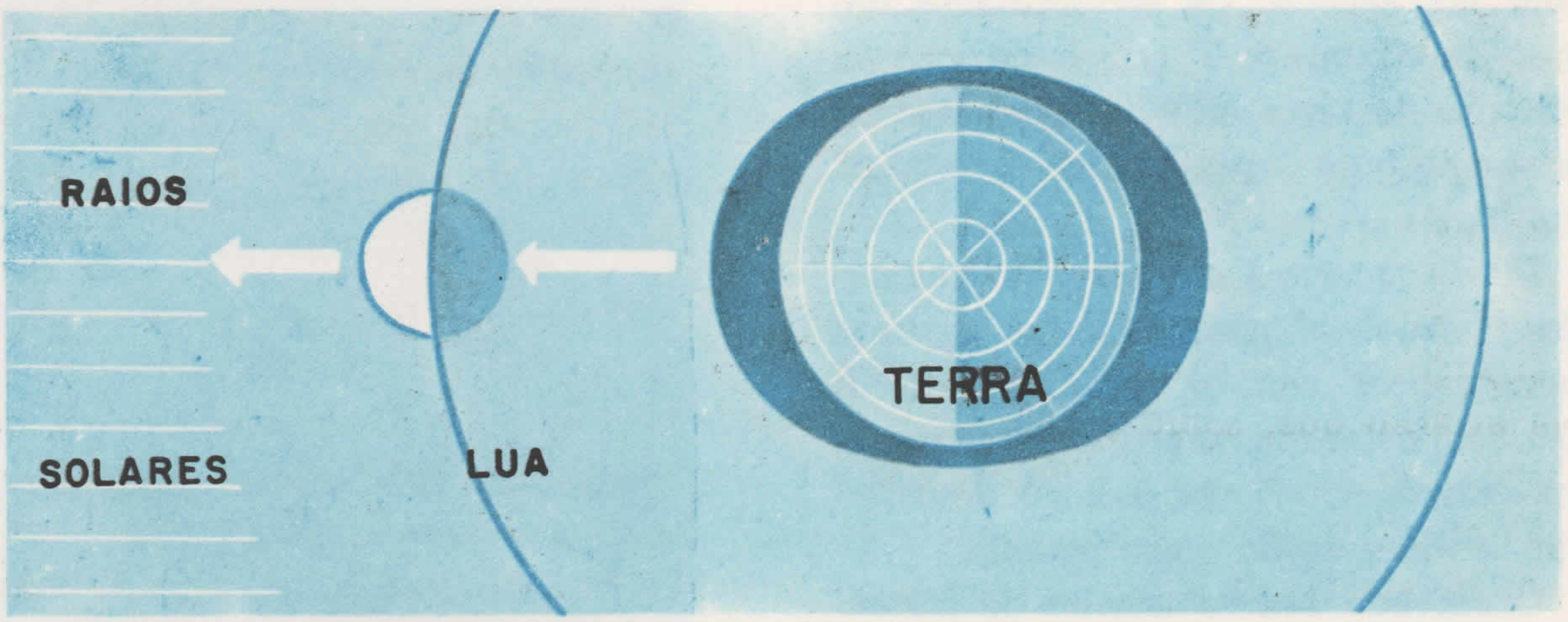
Há dois tipos de marés: a **maré alta**, ou de sizígia, que tem lugar durante a Lua Nova e a **maré morta**, **baixa**, ou de quadratura, que ocorre durante o primeiro e o segundo quartos da Lua (Crescente e Minguante). O primeiro tipo de maré ocorre quando o Sol, a Terra e a Lua se encontram no mesmo plano e as

suas linhas de atração se conjugam, produzindo marés muito acentuadas. O segundo caso, tem lugar quando a Lua se encontra em quadratura, isto é, formando com a Terra e o Sol um ângulo reto – 90 graus. Nessa posição, as marés se mostram sensivelmente mais fracas.

A ascensão da massa líquida deveria verificar-se tão logo a Lua atingisse o meridiano do lugar, se não fosse a força da inércia, a qual faz com que a atração lunar se retarde no movimento das águas, as quais, pelo mesmo motivo, permanecem elevadas, mesmo depois de ter a Lua atravessado o meridiano do lugar. Temos, assim, duas preamares e duas baixa-marés por dia.



A MARÉ DE QUADRATURA – As atrações do Sol e da Lua se equilibram. E as marés se apresentam mais fracas.



A MARÉ DE SIZIGIA – As atrações do Sol e da Lua se combinam, resultando daí as chamadas marés fortes ou de Sizigia.

O DEUS DA GUERRA

O planeta Marte pode ser considerado o mais famoso dos planetas. É de tal forma familiar, que nas revistas de palavras cruzadas ele é apresentado como o planeta mais próximo da Terra – o que é um engano. O planeta mais próximo de nós é, na realidade, Vênus.

Tido pelos antigos como o deus das guerras, em virtude de sua cor avermelhada, teve vários nomes. No antigo Egito, era chamado Harmakhis (em virtude do seu movimento retrógrado em determinadas épocas) e Har-tesch (estrela vermelha); entre os babilônios era Nergal (deus da guerra) e Zalbatanu (estrela mortífera); na Índia, chamavam-no Angaraka (carvão ardente) e Lohitanga (astro vermelho); na China, Teh'i- Shing (o planeta vermelho). Na Grécia, foi chamado Pifoedus (cor de fogo) e também Ares, de onde se originou Areografia ou estudo de Marte. O nome Marte foi dado pelos romanos. Em todas as mitologias ele personificou os desastres da guerra e o seu símbolo é a união de uma lança com um escudo. Os escandinavos davam-lhe o nome de Tyr, de onde nos vem o nome da terça-feira (dia que lhe foi consagrado na Antigüidade), Thursday, em inglês.

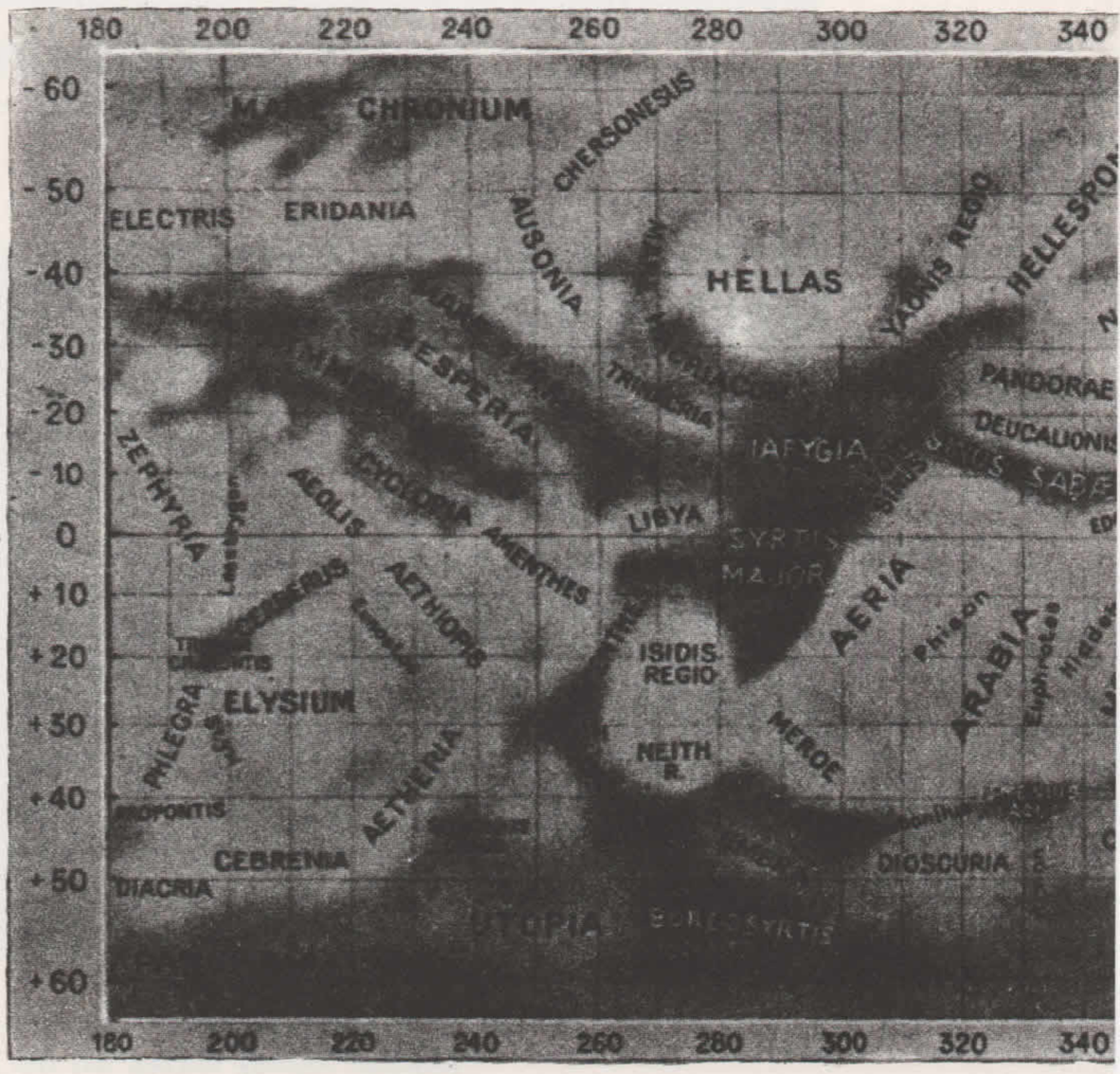
Marte pertence aos planetas chamados "terrestres" por apresentar algumas semelhanças com o nosso mundo. É também colocado no grupo dos planetas externos ou exteriores, pois sua órbita situa-se além da do nosso planeta.

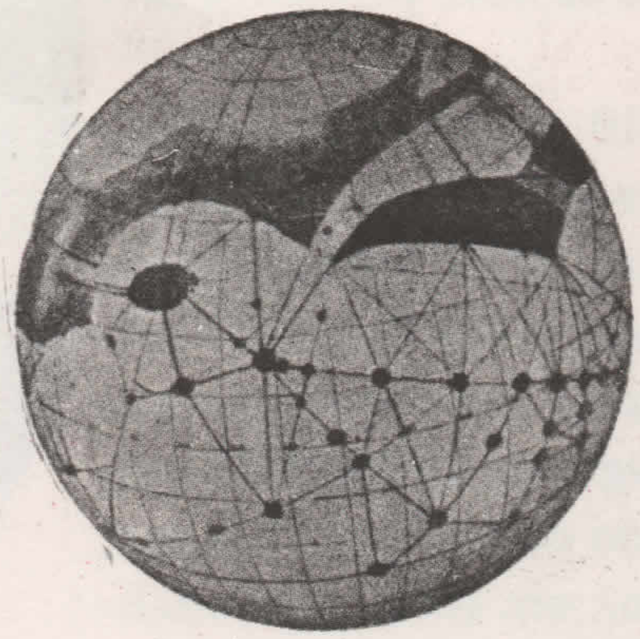
Observado sem o auxílio de instrumento óptico, surge como uma estrela avermelhada de primeira grandeza. Ao

Marte – o Deus da Guerra.

telescópio, revela uma série de pormenores característicos de acordo com os quais foi possível traçar o seu mapa.

O diâmetro de Marte é ligeiramente superior a um raio terrestre; é, portanto, seis vezes menor que a Terra, tendo, quando muito, 1/7 do volume desta. Distante do Sol cerca de 227 milhões de quilômetros, emprega 687 dias terrestres





Globo de Marte realizado por Percival Lowell em seu observatório de Flagstaff.

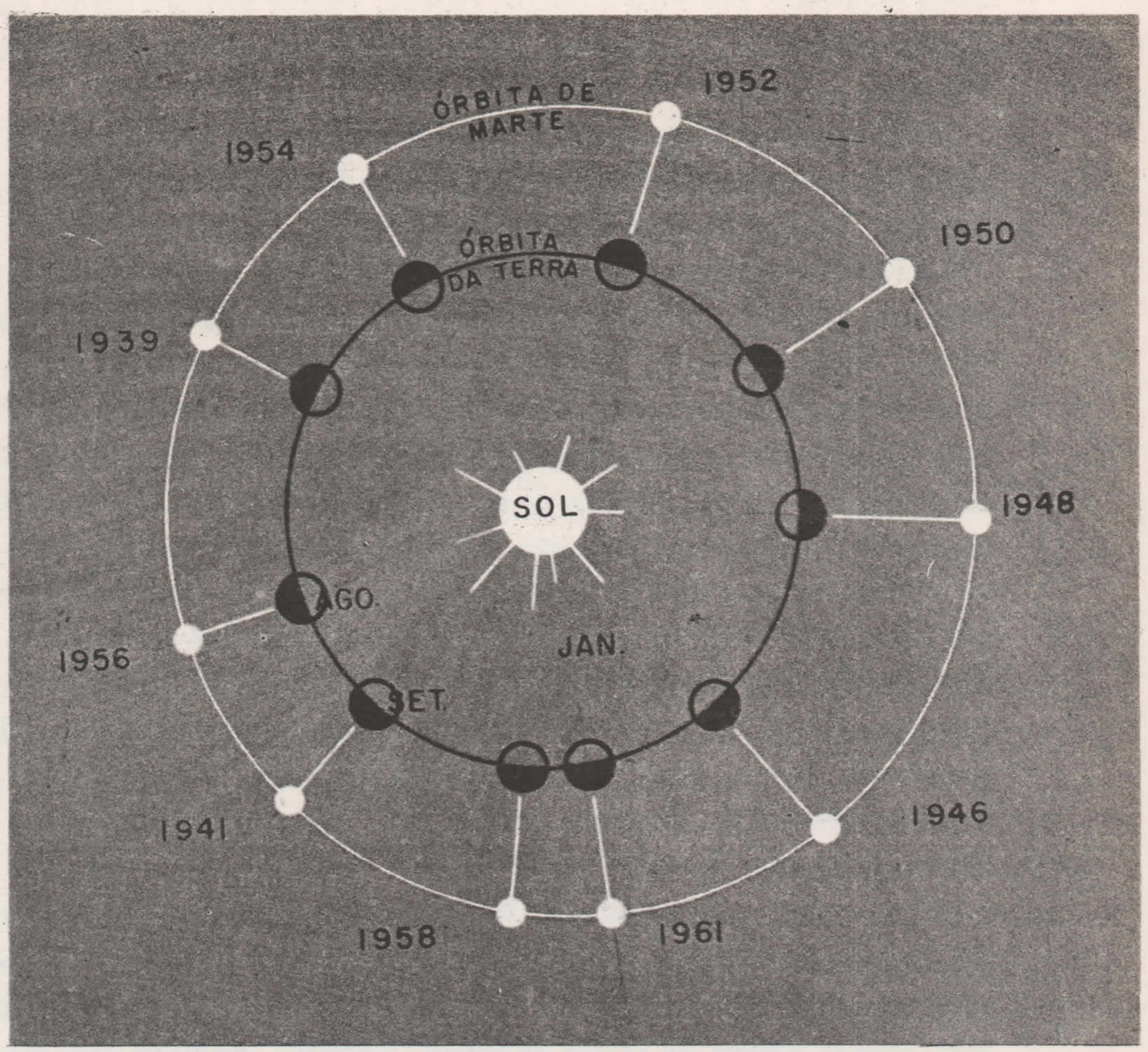
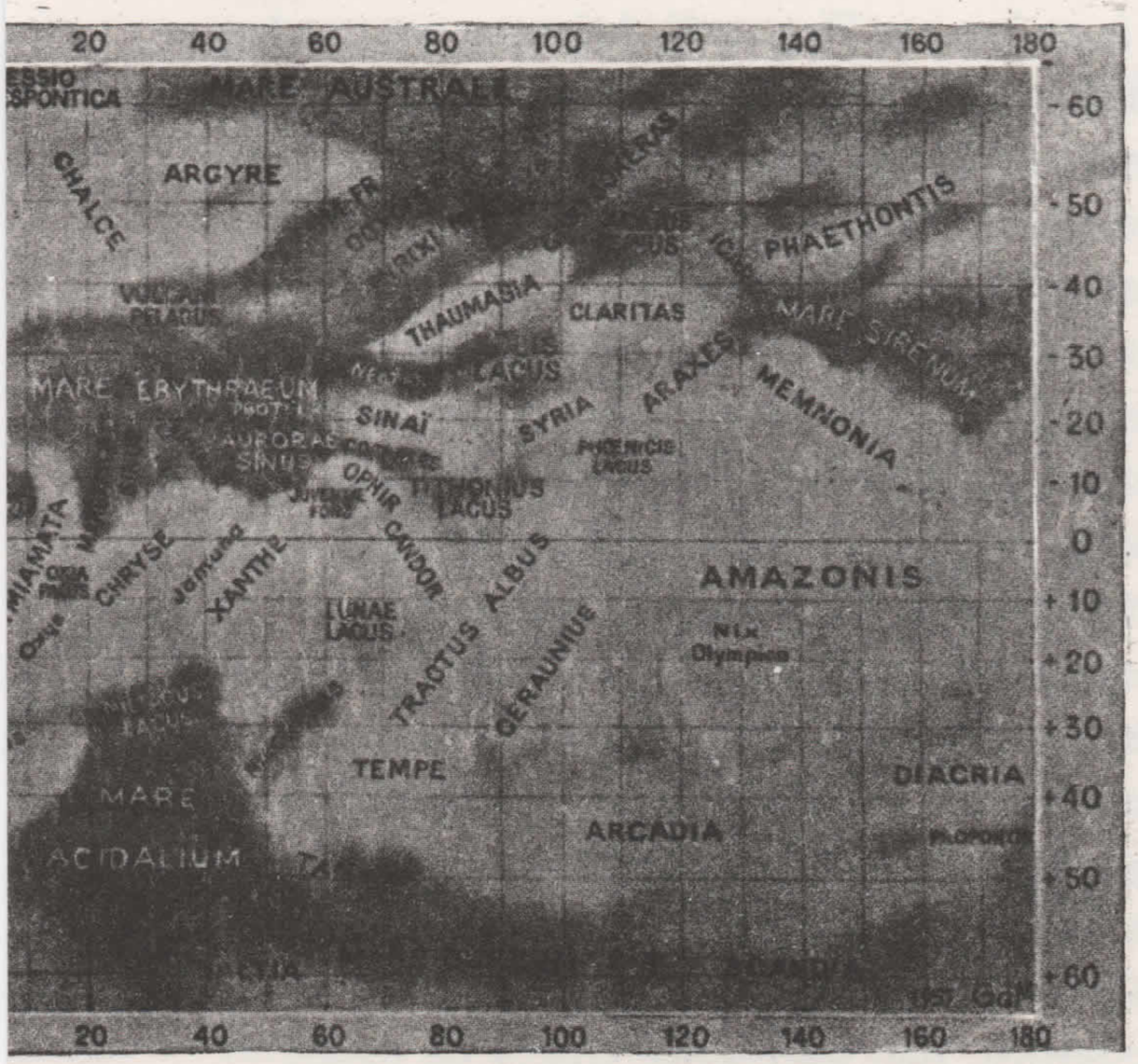


Diagrama mostrando que as órbitas da Terra e de Marte são excêntricas. Por isso, Marte só é bem observado durante as oposições. De 15 em 15 anos Marte e a Terra se aproximam bastante, ficando a cerca de 60 a 56 milhões de quilômetros.



para completar seu movimento de translação. Seu ano é, portanto, muito mais longo que o nosso e suas estações climáticas duas vezes mais longas. A inclinação do eixo de Marte sobre o plano da Eclíptica é de 25 graus, o que mostra que suas estações são mais pronunciadas que as da Terra. A rotação é feita em 24 horas, 37 minutos e 23 segundos.

Embora a gravidade de Marte seja muito inferior à da Terra, pôde ele conservar a sua atmosfera, que muito se assemelha à nossa, sendo, porém, muito

mais rarefeita. Por esta e outras razões, Marte sempre atraiu as atenções, bastando dizer que em Flagstaff, no Arizona, foi instalado um observatório com o fito principal de observar esse planeta.

O interesse por Marte é tal que o astrônomo americano E.C. Pickering (1846-1919) elaborou um calendário marciano, formado de 12 meses, sendo que os nove primeiros meses têm 56 dias e os três últimos 55 dias.

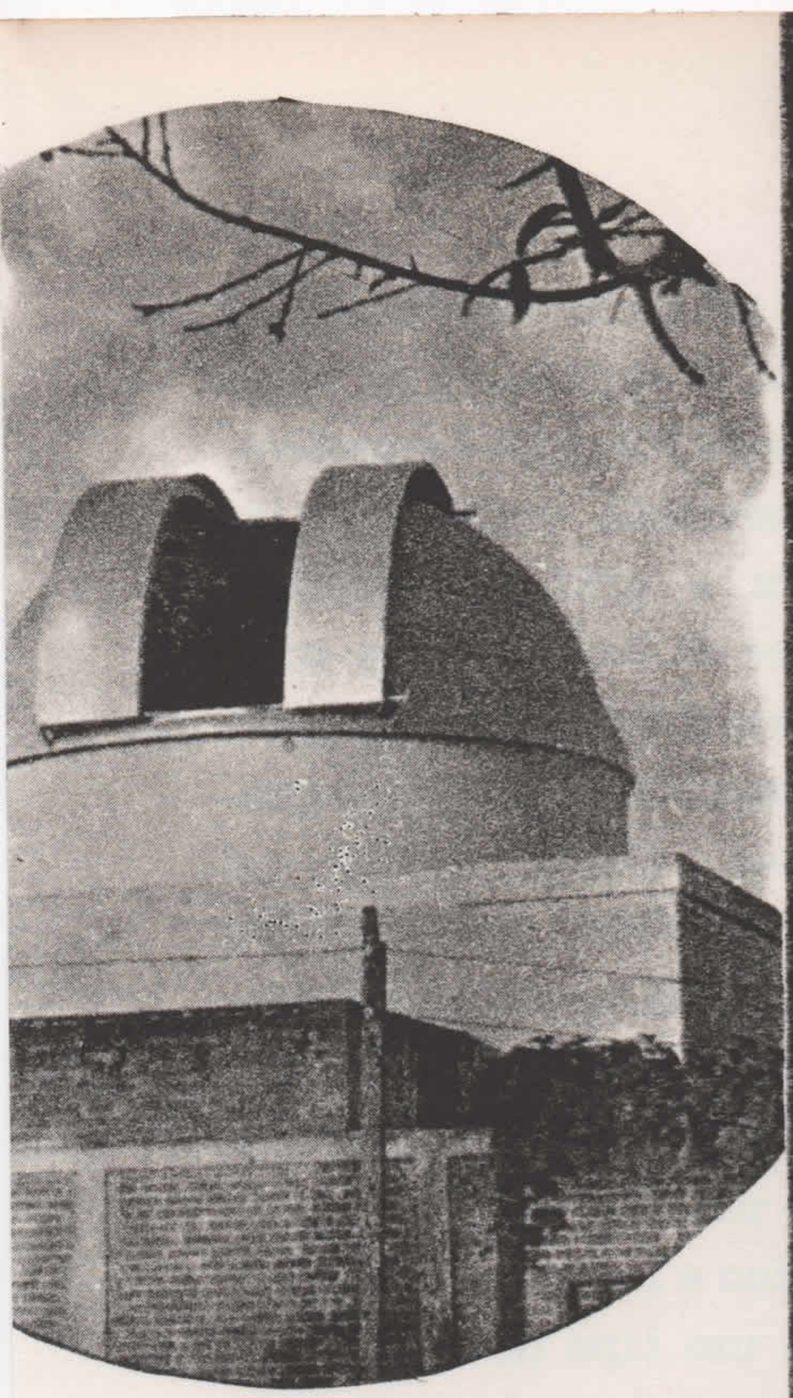
A primeira observação de Marte foi realizada por Galileu em 1610, quando o grande astrônomo italiano notou que o planeta apresentava aspectos diversos, inclusive uma fase gibosa. Como se trata de planeta de órbita externa à da Terra não nos apresenta fases, mas de certa forma mostra fases aproximadas. Foi o italiano Fontana (1580-1656) o primeiro a desenhar uma mancha escura na superfície de Marte. Diz-se, todavia, que o que ele desenhou foi um defeito de seu aparelho óptico. Christian Huyghens (1629-1695) conseguiu identificar um acidente marciano posteriormente conhecido como Syrtis Magna; as calotas polares de Marte foram vistas primeiramente por Cassini, em 1676. As mudanças de cor nas regiões marcianas foram observadas e anotadas pelo incansável Wilhelm Herschell (1738-1822). Depois disso, Marte foi constantemente observado por todos os astrônomos. J.H. Schroeter (1745-1816) realizou observações de Marte durante 18 anos consecutivos. Outros astrônomos: Cassini, Maraldi, Dawes, Kaiser, a dupla Beer e Maedler, Proctor e Schiaparelli. Esse astrônomo ficou famoso com a sua descoberta dos enigmáticos e polêmicos "canais" de Marte:

Foi em 1877 que Giovanni Schiaparelli (1835-1910), astrônomo italiano, observando Marte no céu límpido de Milão, descobriu que o planeta era recoberto de linhas finíssimas, as quais não se deslocavam, parecendo canais. Schiaparelli desenhou um mapa preciso dessas linhas as quais chamou "canali", palavra que significa canais; os ingleses traduziram a palavra para **channel**, que também significa canal. A notícia estourou como uma bomba no meio científico, o qual se dividiu em duas facções: os "canalistas" e os "anti-canalistas"! Um dos maiores entusiastas dos canais marcianos foi o norte-americano Percival Lowell (1855-1916), o qual instalou em Flagstaff, Arizona, um moderno observatório destinado principalmente à observação do planeta vermelho. O número de canais aumentou; Lowell multiplicou o número encontrado por Schiaparelli. Os canais e as regiões marcianas tiveram nomes mitológicos propostos por Schiaparelli e, muito embora saibamos que não existem canais, a nomenclatura permanece.

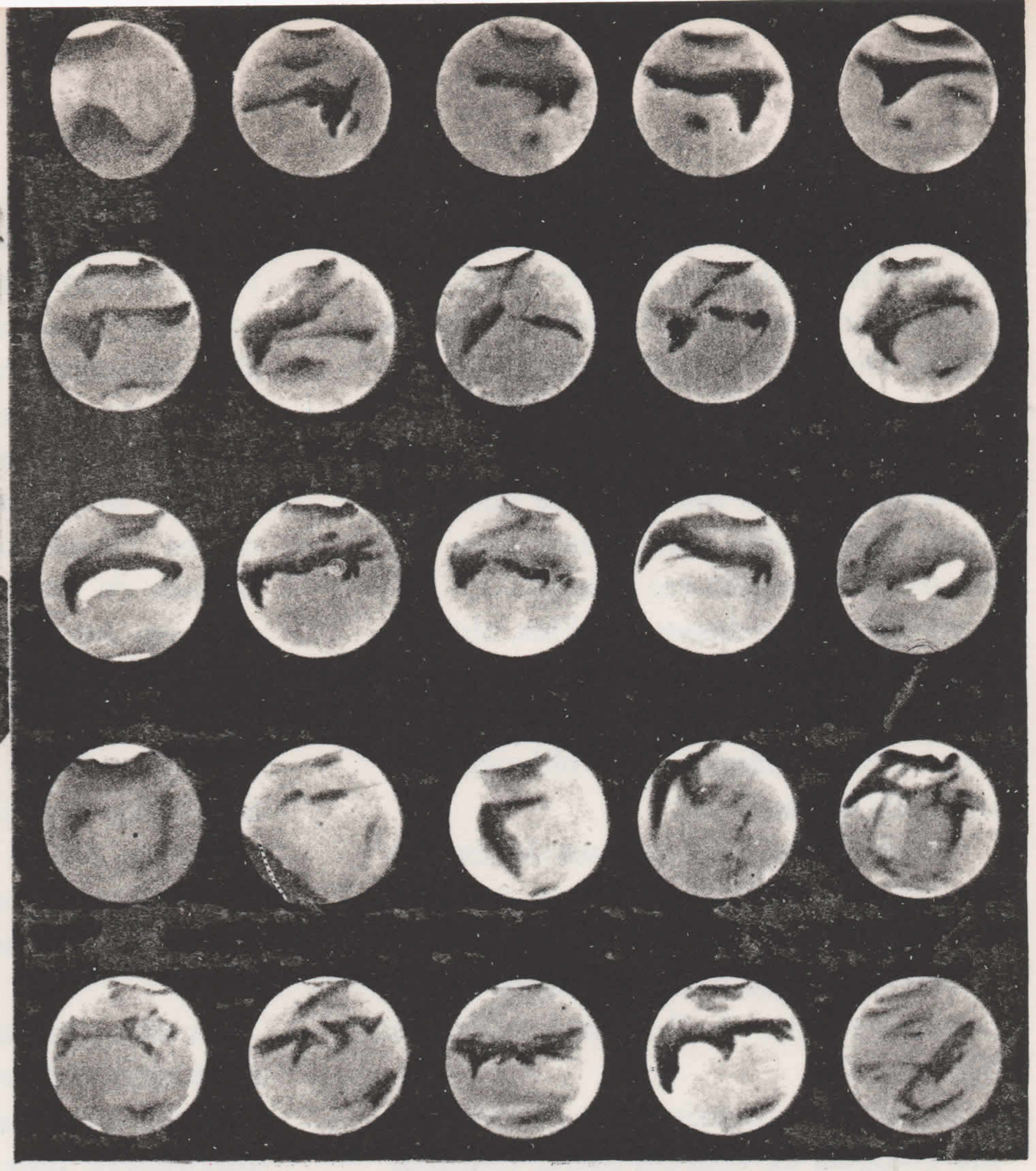
Em 1973, a Comissão de Planetas da União Internacional de Astronomia estabeleceu um planisfério marciano onde se sobrepuseram à carta-base de Schiaparelli os acidentes fotografados pelas naves automáticas interplanetárias Mariner 7 e Mariner 8. Hoje, possuímos um mapa pormenorizado da superfície de Marte, a qual se assemelha à da Lua. Ali vemos milhares de crateras, cadeias montanhosas e um imenso "canyon".

Um dos aspectos mais interessantes de Marte são as suas calotas polares. Herschell, que as observou detalhadamente pela primeira vez, disse acreditar que essas calotas são, como as da Terra, constituídas de gelo. Mas as pesquisas realizadas pelas naves Mariner levaram os modernos astrônomos a acreditar que as calotas são constituídas de neve carbônica. Por outro lado, a nave Viking II, que desceu na superfície de Marte, em 1976, constatou a existência de gelo natural nas calotas polares marcianas.

A atmosfera de Marte, segundo estudos modernos, não apresenta traços de oxigênio.



Observações de Marte realizadas durante a oposição de 1954, no "Observatório do Capricórnio". No Medalhão, a cúpula principal do "Capricórnio".



DEIMOS - Satélite de Marte, fotografado pela nave espacial automática Voyager (NASA).

Essa atmosfera, segundo dados fornecidos pelos Mariner, contém 50 por cento de gás carbônico. As temperaturas variam entre -123 e - 83 graus centígrados. A altura da atmosfera marciana é de 200 km.

Marte possui satélites, os quais foram descobertos em 1877, por Ashap Hall (1829-1907), americano, no Observatório Naval dos Estados Unidos, na época, o maior telescópio do mundo. Os satélites foram batizados com nomes da mitologia grega: Fobos (o Terror) e Deimos (a Fuga), companheiros inseparáveis do deus da guerra. Fobos, o mais próximo, tem um diâmetro de 15 km e está cerca de 9.400 km do planeta. Realiza uma revolução completa ao redor de Marte em 7 horas e 39 minutos, ou seja, em menos

tempo do que leva o planeta para realizar sua rotação. Como resultado disso, observado do planeta, ele tem movimento contrário: nasce no Oeste e se põe no Leste. Deimos tem a metade do diâmetro de Fobos e situa-se a 23.500 km do planeta. Sua revolução é feita em 30 horas e 21 minutos. Isso significa que o satélite gira muito lentamente para um observador situado em Marte.

As fotografias desses satélites, obtidas por naves espaciais interplanetárias, nos motram que eles não são esféricos: aparecem como rochedos quase oblongos, recobertos de crateras.

Um dos fatos mais curiosos da história da Astronomia é o de que os satélites marcianos foram descritos com muita aproximação por escritores como Swift, o genial criador de Gulliver e o filósofo Voltaire.

O problema da existência de uma forma qualquer de vida em Marte continua sem solução. Declara o astrônomo Ronaldo Rogério de Freitas Mourão, em seu livro Da Terra às Galáxias: "Atualmente pode-se afirmar que é quase inadmissível a existência de seres superiores no planeta vermelho. A existência de vegetais altamente desenvolvidos é improvável, pois o seu sistema vascular exige alta temperatura e grande umidade. Apenas as plantas de baixa ordem celular – extremamente resistentes ao frio e à aridez – são capazes de tolerar tais condições climáticas. Desse modo, os liquens ou outras formas semelhantes, parecem ser os únicos vegetais adaptáveis às condições marcianas". Nada obstante, o famoso astrônomo brasileiro admite que não há um limite nítido entre os mundos orgânico e inorgânico. Talvez exista em Marte um tipo de vida completamente diferente daqueles com que estamos acostumados a lidar. Diz Mourão:

"A vida não é uma exceção no universo de estrelas e nebulosas, mas uma parte integrante de sua estrutura geral, e a inteligência, uma propriedade da matéria orgânica. A vida surgirá naturalmente do substrato inorgânico, nos lugares e nos momentos em què as condições tornem possível o seu desenvolvimento".

Paisagem imaginária de Marte copiada de um desenho de Chesley Bonnestell.

O asteróide Eros, na opinião dos astrônomos, tem uma forma irregular. Eis uma representação de Eros numa pintura do astrônomo inglês Scrive Bolton.

OS ASTROS PIGMEUS

O dia 1 de janeiro de 1801, que iniciou o ano e também o século XIX, marcou a descoberta do primeiro planetóide, ou seja, um pequeno planeta cuja órbita situa-se entre as de Marte e Júpiter. Na noite desse dia, o astrônomo italiano Giuseppe Piazzi (1746-1826), ao observar, sob o límpido céu de Palermo, a constelação do Touro, viu ali uma estrela que ele não encontrara nos catálogos. Na noite seguinte, fez nova obsevação, verificando que a estrela se havia deslocado cerca de 4 segundos de arco. Imaginou tratar-se de um cometa. O astro teve sua órbita determinada no ano seguinte, de acordo com os métodos elaborados pelo grande astrônomo e matemático Carl Friedrich Gauss (1777-1855), após observações realizadas por Zach e Olbers. De 1801 até 1807, descobriram-se vários desses pequenos astros a que se deu o nome de planetóides ou asteróides. O primeiro deles chamou-se Ceres. Os seguintes, Palas, Juno e Vesta. Até 1891 foram descobertos nada menos de 319 desses astros, todos eles girando ao redor do Sol entre as órbitas de Marte e Júpiter.

Desde os tempos de Kepler, haviam os astrônomos verificado que entre Marte e Júpiter existia como que um vazio, uma imensa região "desabitada" de planetas. Realmente, os primeiros planetas, Mercúrio, Vênus, a Terra e Marte estão, por assim dizer, juntos ao Sol. Pretendendo explicar essa lacuna o astrônomo Wolff imaginou uma tabela das distâncias planetárias, a qual foi completada pelo astrônomo Titius e, posteriormente, tornada "lei" matemática pelo astrônomo Johann Ellert Bode (1747-1826), a qual pode ser exemplificada como se segue:

Escrevem-se, em fila, dez vezes o número 4:

4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Sob o segundo 4, a partir da esquerda coloca-se 3; sob o terceiro, o dobro de 3, ou seja, 6; sob o quarto, o dobro de 6, isto é, 12. E assim sucessivamente.

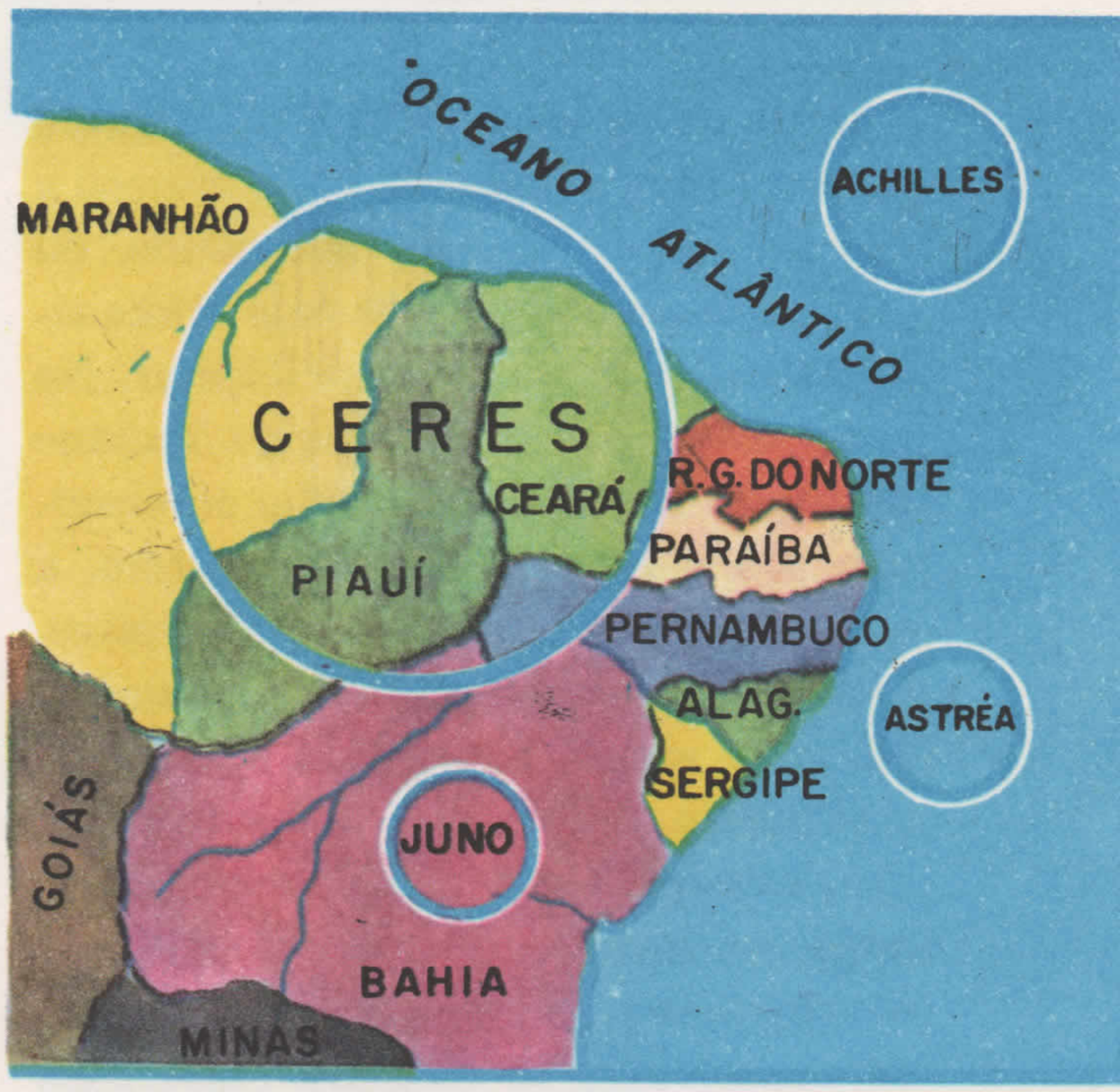
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	3	6	12	24	48	96	192	384	768

Somam-se em seguida as colunas, dividindo-se os totais por 10:

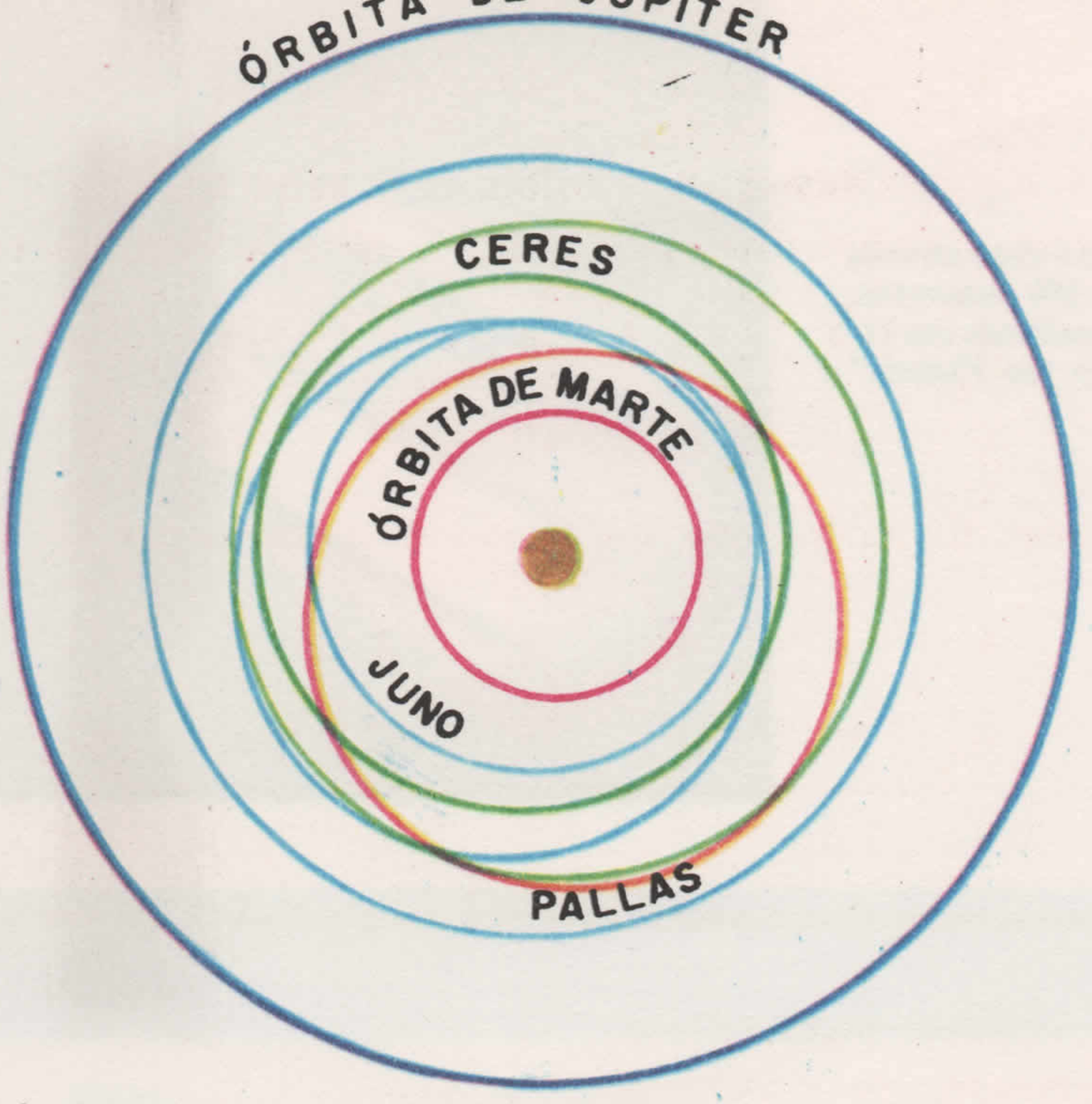
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	3	6	12	24	48	96	192	384	768
0,4	0,7	1,0	1,6	2,8	5,2	10,0	19,6	38,8	77,2

Os resultados obtidos representam, embora grosseiramente, as distâncias médias dos planetas ao Sol, tomando-se como unidade a distância Terra-Sol. Isto significa que Mercúrio está distante do Sol cerca de 0,4 vezes a distância média Terra-Sol; Vênus dista 0,7, Marte 1,6, Júpiter, 5,2, Saturno 10,0. Outros deveriam ser encontrados às distâncias 19,6, 38,8 e 77,2. Pois bem: faltava o planeta correspondente à distância 2,8. Esse planeta, que deveria gravitar entre Marte e Júpiter, não existia. Havia, em seu lugar, uma incalculável multidão de pequenos planetas, que foram sendo descobertos a partir de 1801.

As descobertas dos planetóides se foram sucedendo desde então e hoje o seu número atinge os milhares. Deram aos primeiros, nomes de divindades mitológicas como Ceres, Palas, Juno e Vesta; de regiões geográficas como Gália, Bélgica, América, Hispânia, Brasília (em homenagem a D. Pedro II, Imperador do Brasil), Varsóvia, etc. Foram também homenageados grandes sábios do passa-



O diâmetro de alguns asteróides com relação ao tamanho do Brasil.



Órbitas de alguns planetóides.

do: Galiléia, Kepléria, Newtônia, Gáussia e Camilla (homenageando Galileu, Kepler, Newton, Gauss e Camille Flamarion). Por falar neste último astrônomo, devido ao seu árduo trabalho em prol da Astronomia e sua divulgação, foram-lhe dedicados outros planetóides: Lúmen, Flammária e Juvísia. As técnicas e ciências não ficaram esquecidas; assim é que há planetóides com os nomes de Photographia, Stereoscopia, etc. As grandes qualidades humanas tiveram sua vez através dos planetóides Virtus, Modestia, Justitia, Veritas, Perseverantia, Concordia, etc. E a série continuou infindável, chegando a ser homenageados chefes de estados e figuras políticas como Perón e sua esposa Evita...

Flammarion faz uma descoberta curiosa, examinando a história dos planetóides: a Sabedoria (Sapientia) só teve seu lugar no céu a 275a., descoberta, em 1888, enquanto a Guerra (Bellona) já lá estava desde a 28a., em 1854! O homem é, essencialmente, guerreiro.

Alguns astrônomos acreditam que esses pequenos astros são os destroços de um grande planeta que gravitava entre Marte e Júpiter, o qual, por motivos desconhecidos, desintegrou-se. Isso levou alguns ficcionistas a imaginar que esse planeta foi destruído talvez pelos seus próprios habitantes, como resultado de uma guerra nuclear! Se realmente isso aconteceu, preparemo-nos. Nossa Terra não tardará a ir fazer companhia a esse astro infeliz, despedaçada em milhões de seixos que talvez sejam batizados por astrônomos de outro planeta...

Hoje os planetóides são conhecidos da maioria dos amadores e as revistas especializadas publicam mapas de suas posições.

O Planeta Júpiter como é visto através de um telescópio com 260 aumentos. Desenho de L.F. Ball, realizado em 11-8-1949 (De "A Guideto the Planets" de Patrick Moore).

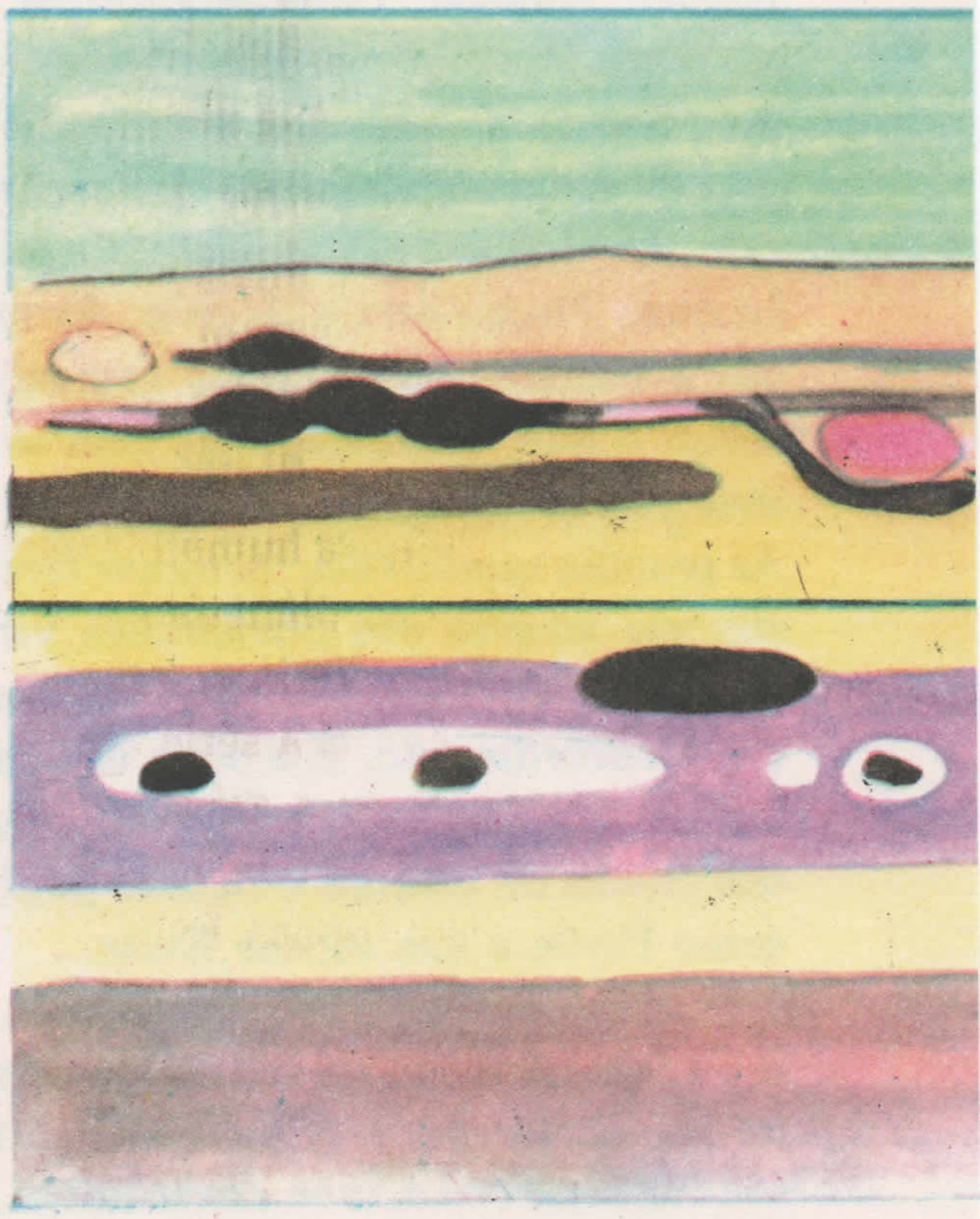
O DEUS DOS DEUSES

Depois de Vênus, é o planeta Júpiter o mais brilhante corpo celeste. Percorrendo vagarosa e majestosamente sua órbita, era associado, pelos antigos gregos, ao deus dos deuses, ao qual deviam obediência os deuses menores do Olimpo. Os gregos o chamavam de Zeus e os romanos de Júpiter, palavra que deriva de Djiu Pater – o pai dos deuses.

O planeta Júpiter é conhecido desde a mais remota Antigüidade e, no Egito, tinha o nome de Har-tap-sheta-ou (guia dos espaços misteriosos); tinha, ainda, na Grécia, o nome de Phaeton (o brilhante). Na Índia era Vrinaspati (senhor do crescimento) e, na China, tinha os nomes de Chi-ti (planeta regulador) e Soni-Sing (planeta do ano).

Muito interessante é notar como quase todos os antigos colocavam o astro em posição superior, como se lhe conhecessem as portentosas dimensões. Júpiter é, de fato, o maior de todos os planetas. Seu diâmetro é de 140 mil quilômetros – mais de 11 vezes o da Terra e sua massa 320 vezes maior.

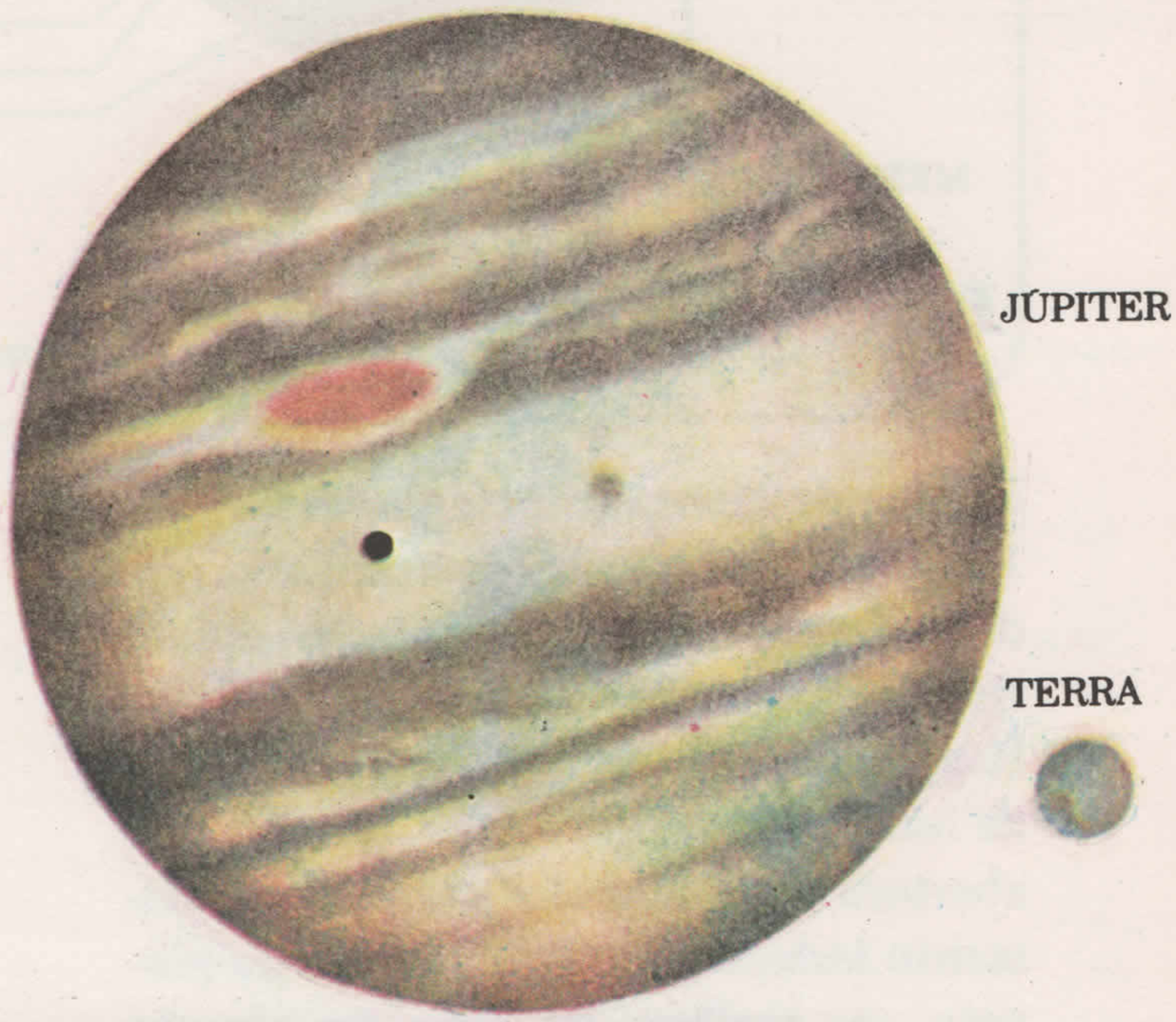
O planeta leva quase doze anos para dar uma volta completa ao redor do Sol. Curioso é notar que sua rotação é das mais velozes, pois gira ao redor do próprio eixo em apenas 10 horas. Isso significa que um ponto qualquer do seu equador gira a uma velocidade de 44.800 km por hora!



Coube a Galileu a glória de notar, através do seu telescópio, as faixas da atmosfera de Júpiter e descobrir os seus quatro satélites principais, por ele denominados Io, Europa, Ganímedes e Calisto. A imagem de Júpiter, mesmo num pequeno telescópio, é um dos mais belos espetáculos: o planeta aparece com pronunciado achatamento, tarjado de listras, as quais apresentam, a um exame cuidadoso, cores que variam do violeta ao rosa, passando pelo azul. Essas faixas são aspectos de sua atmosfera, pois o seu núcleo não é visível.

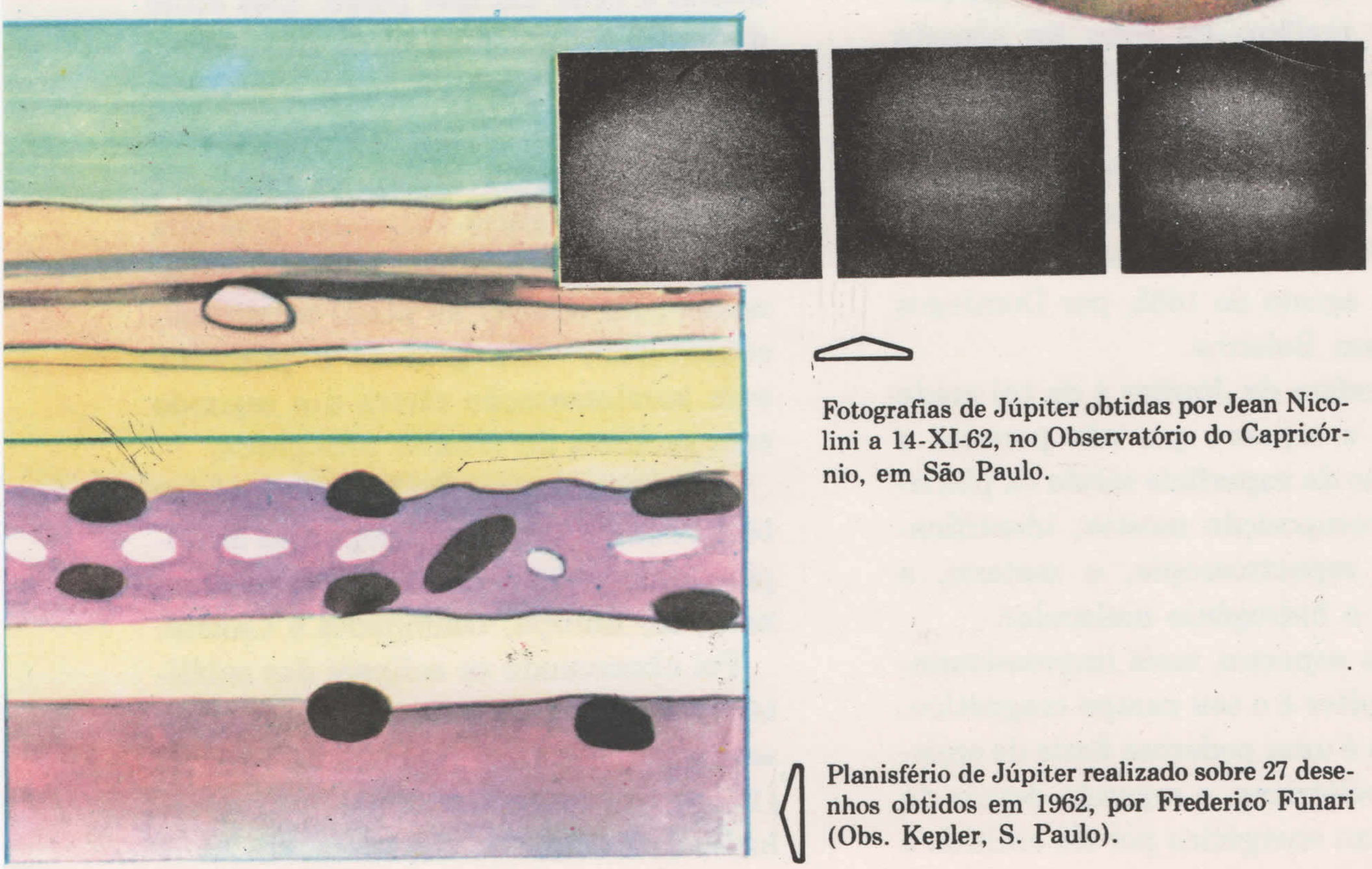
Júpiter possui uma família numerosa de satélites, cerca de 15 e, ao que parece, a maioria deles foi capturada pelo gigantesco campo gravitacional do planeta. Acredita-se que, em sua maioria, esses satélites eram planetóides, os quais foram desviados de suas órbitas e incorporados à família joviana.

Um detalhe curioso de sua atmosfera (ou superfície) é chamado de A Grande Mancha Vermelha. Trata-se, realmente, de uma mancha ovalada, de cor róseo-avermelhada, situada um pouco ao norte, no meio da zona tropical sul. Sua forma tem-se mantido, apesar de ligeiras modificações. Suas dimensões aproximadas são de 40 mil quilômetros (cifra



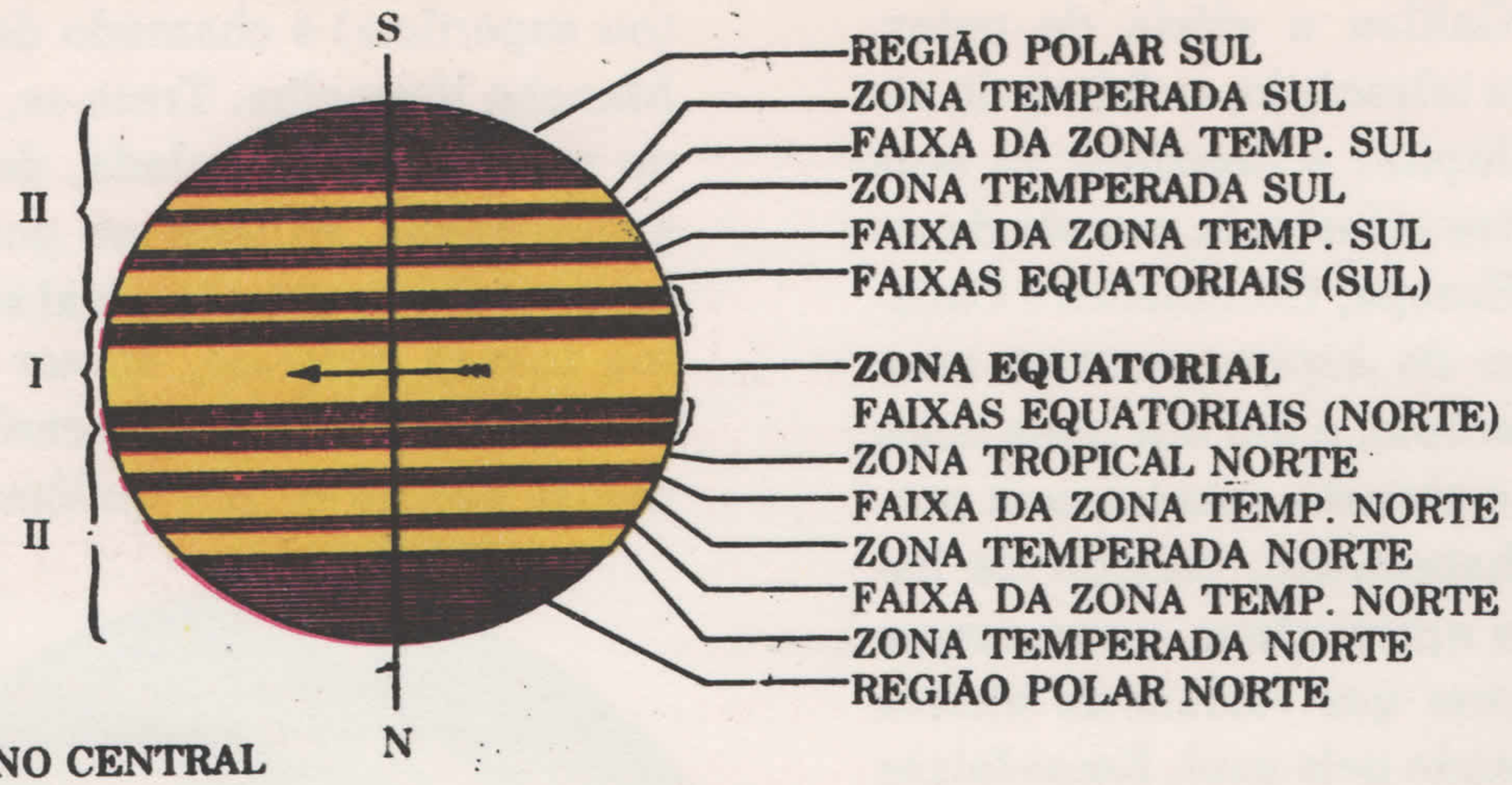
JÚPITER

TERRA



Fotografias de Júpiter obtidas por Jean Nicolini a 14-XI-62, no Observatório do Capricórnio, em São Paulo.

Planisfério de Júpiter realizado sobre 27 desenhos obtidos em 1962, por Frederico Funari (Obs. Kepler, S. Paulo).



Nomenclatura das principais faixas e zonas.

igual à da circunferência da Terra) por 13 mil quilômetros de largura. Essas medidas foram confirmadas no Observatório Nacional pelo astrônomo Ronaldo Rogério de Freitas Mourão, com a grande luneta equatorial Cooke, de 46 cm de abertura. Essa mancha possui um movimento independente da rotação do planeta, ou melhor, da zona no planeta onde se situa. A rotação de Júpiter que observamos é a das faixas de sua atmosfera, não de sua superfície, que permanece desconhecida dos astrônomos. Essa mancha foi observada pela primeira vez em 31 de agosto de 1665, por Domingos Cassini, em Bolonha.

A atmosfera de Júpiter é de tal modo profunda e espessa que não permite a observação da superfície sólida do planeta. Sua composição mostra, identificados pela espectroscopia, o metano, a amônia e o hidrogênio molecular.

Um dos aspectos mais impressionantes de Júpiter é o seu campo magnético. O planeta é uma poderosa fonte de emissões radioelétricas, a segunda depois do Sol. O fluxo energético por ele emitido é inexplicavelmente superior ao que recebe do Sol. Isso levou alguns astrônomos a imaginarem que esse planeta, ao invés de ser um planeta gigante, é uma estrela pequena... Possui o astro um cinturão de radiações e uma poderosa magnetosfera.

O número de satélites de Júpiter aumenta a cada dia que passa. Eles estão divididos em três conjuntos: um interior, com satélites de órbitas quase circulares, situadas no mesmo plano do equador do planeta e com movimento de revolução direta. Os satélites exteriores possuem órbitas muito excêntricas e muito inclinadas com relação ao plano equatorial, constituindo dois grupos: o primeiro, com movimentação direta e o segundo com satélites de rotação retrógrada.

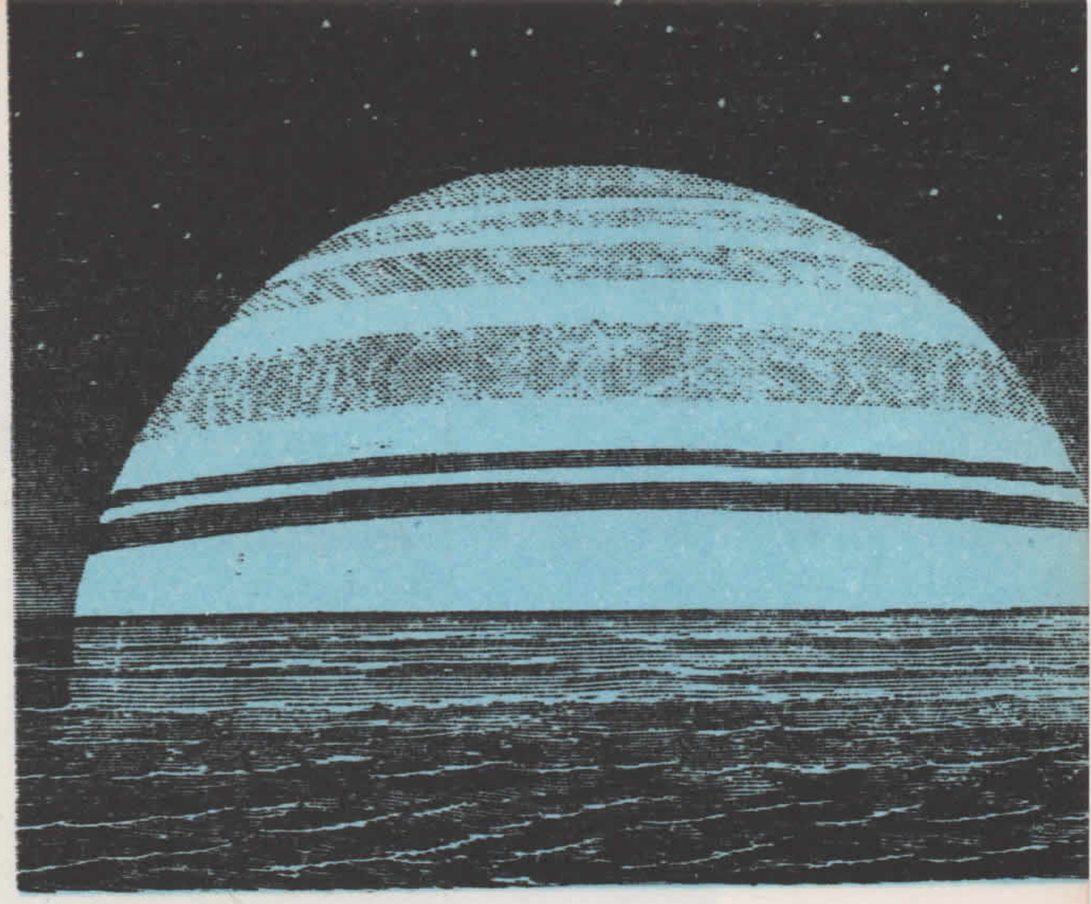
As naves espaciais interplanetárias têm obtido magníficas fotografias de Júpiter e dos satélites chamados "galileanos", Io, Europa, Ganímedes e Calisto.

Foi observando os eclipses dos satélites de Júpiter pelo próprio planeta que o astrônomo dinamarquês Olaus Roemer (1644-1710) determinou, em 1675, a velocidade da luz.

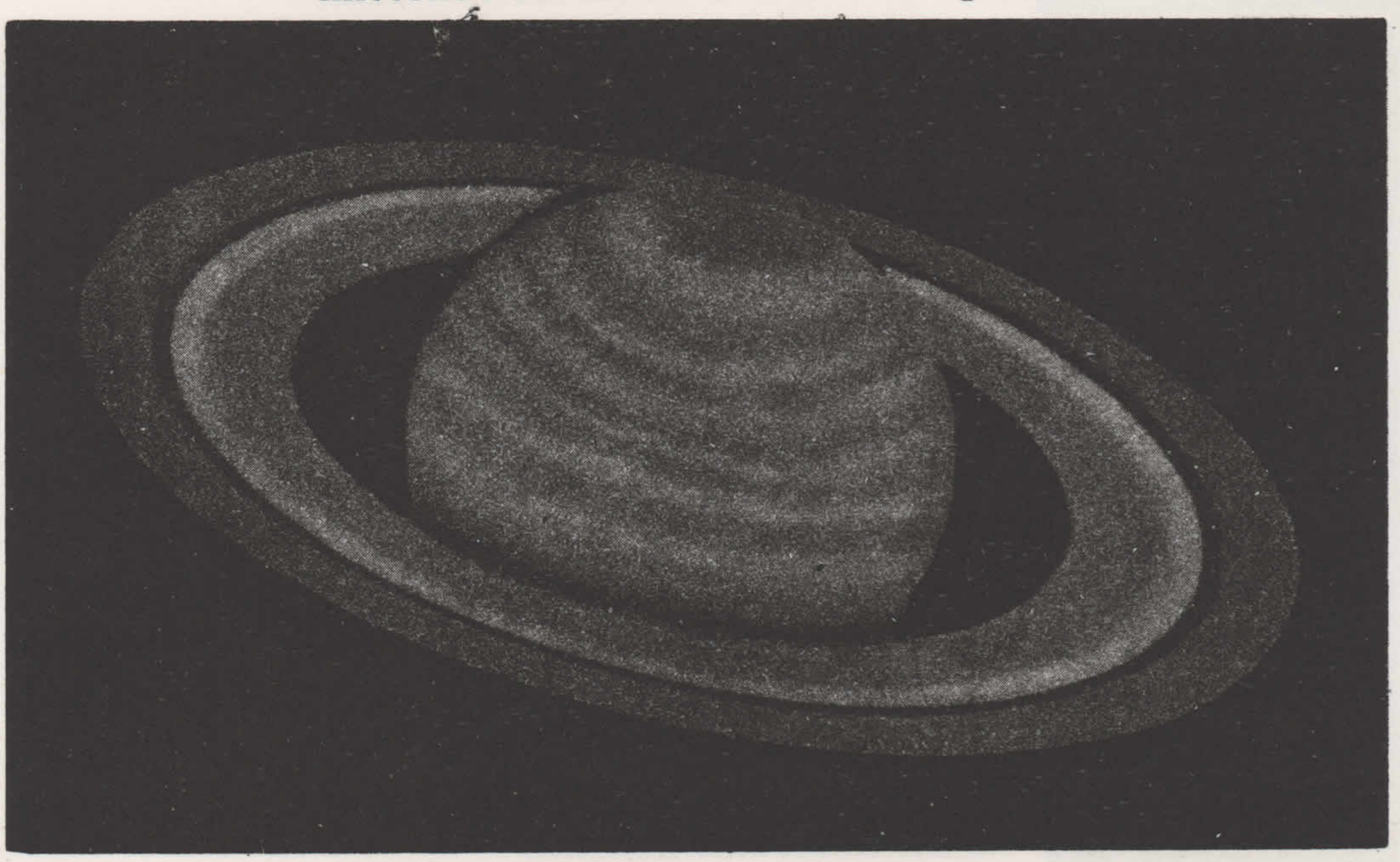
O DEUS DO TEMPO

Com justa razão é o planeta Saturno considerado o mais belo espetáculo celeste que pode ser visto através de um telescópio. Mesmo através de um instrumento de pequeno alcance, sua imagem nos fica indelevelmente gravada na retina. Parece boiar serenamente no fundo dos céus, circundado pelo seu magnífico sistema de anéis.

Provavelmente ao fato de se deslocar no espaço tão lentamente – leva 29 anos para dar uma volta completa ao redor do Sol – foi considerado pelos antigos como o deus do tempo, para o qual a pressa não existe. Mas é possível que os antigos soubessem que esse astro possui anéis ao seu redor; foram encontrados, nas ruínas da Babilônia, velhos cacos de lentes destinadas a ampliar os objetos. É possível que os habitantes da Mesopotâmia já tivessem feito o uso do telescópio e, reconhecendo um anel ao redor de seu planeta Assur (nome dado por eles a Saturno), o considerassem o dono do tempo sem fim. Na realidade, nenhum símbolo melhor do tempo do que o círculo, que não tem princípio nem fim. Além disso, a figura de Assur tinha, ao seu redor, rodeando sua cintura, um anel. Os gregos deram-lhe o nome de Chronos, o Tempo. Dessa palavra derivam cronologia, cronômetro e outras referentes ao decorrer do tempo. Coube aos antigos romanos atribuir a esse astro o nome pelo qual o conhecemos hoje.



Saturno como seria visto dos seus anéis, numa gravura do século passado.



Saturno como aparece ao telescópio. O anel escuro mais próximo do planeta é chamado anel de Crepe. A divisão existente entre o primeiro e o segundo anel chama-se "Divisão de Cassini".

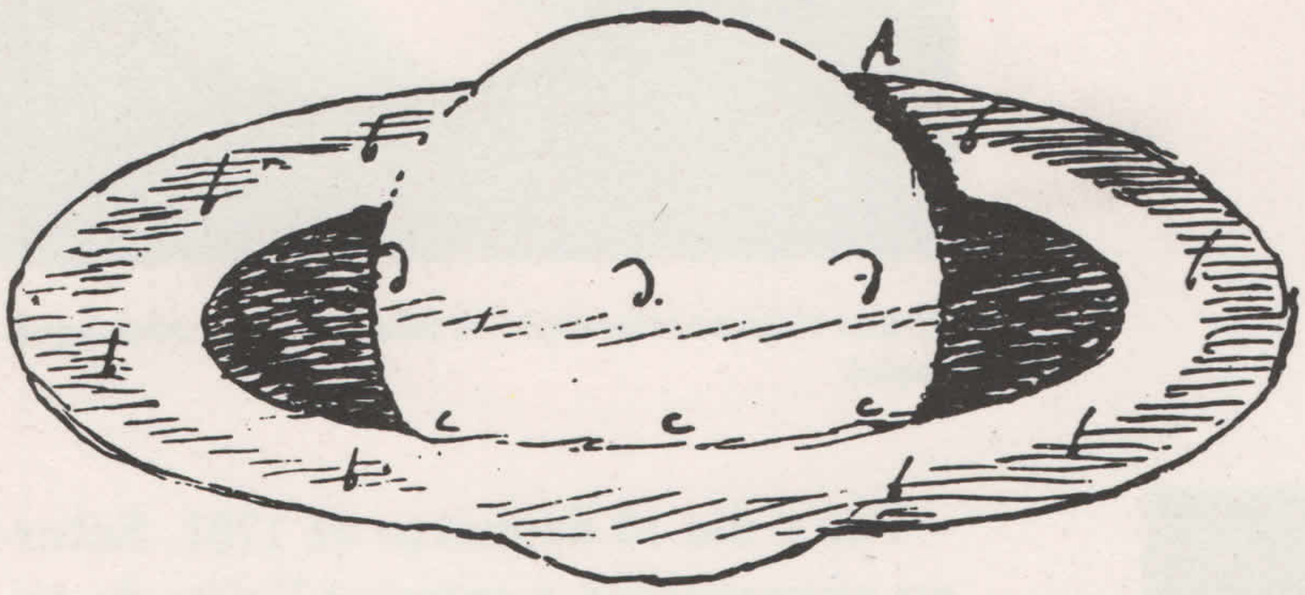
A órbita de Saturno ao redor do Sol. A um observador colocado além dessa órbita, o planeta apresentaria fases, como a Lua.
O esquema demonstra como os anéis podem apresentar de perfil.

Saturno como seria visto do seu maior satélite, Titã. Note-se o azul da atmosfera. (Composição de Paulo Gonçalves, do "Observatório do Capricórnio").

Saturno é um astro de grandes proporções, cerca de 750 vezes maior que a Terra. Os anéis, que lhe giram em torno, à altura do seu equador, eram desconhecidos até a data de 1656, quando foram reconhecidos pelo astrônomo holandês Christian Huyghens (1629-1695). Antes disso, em 1610, Galileu os viu, mas não conseguiu identificá-los como anéis, mas apenas como pequenos astros "que ajudavam o velho Saturno a caminhar". A 8 de dezembro de 1675, Huyghens elaborou o magnífico desenho de Saturno que reproduzimos. A observação foi realizada no observatório de Paris, com o auxílio do diretor, o famoso Giovanni Domenico Cassini.

Cristiane Huyghens, físico holandês que descobriu os anéis de Saturno.

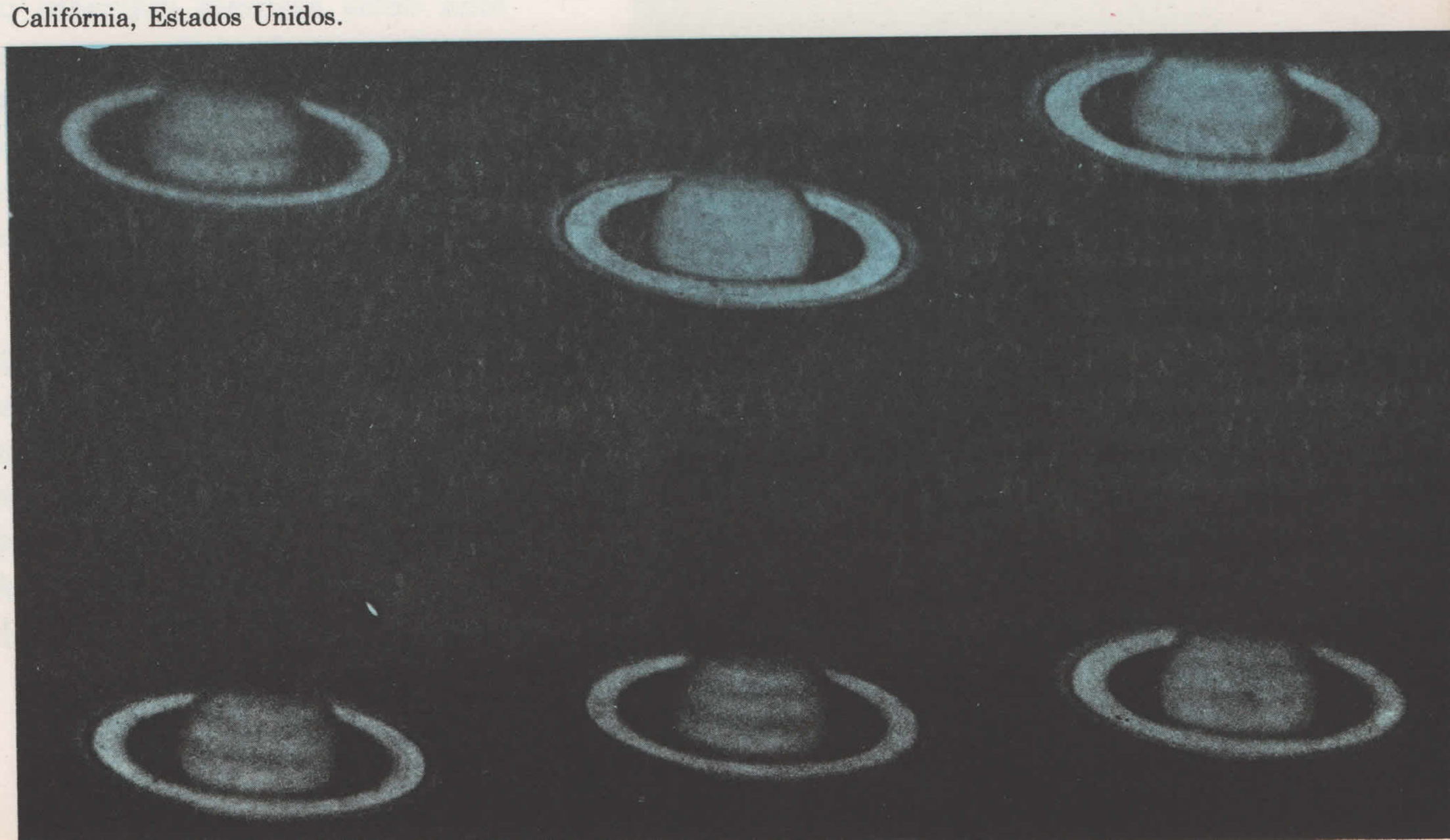
Desenho executado por Huyghens em 1 675.



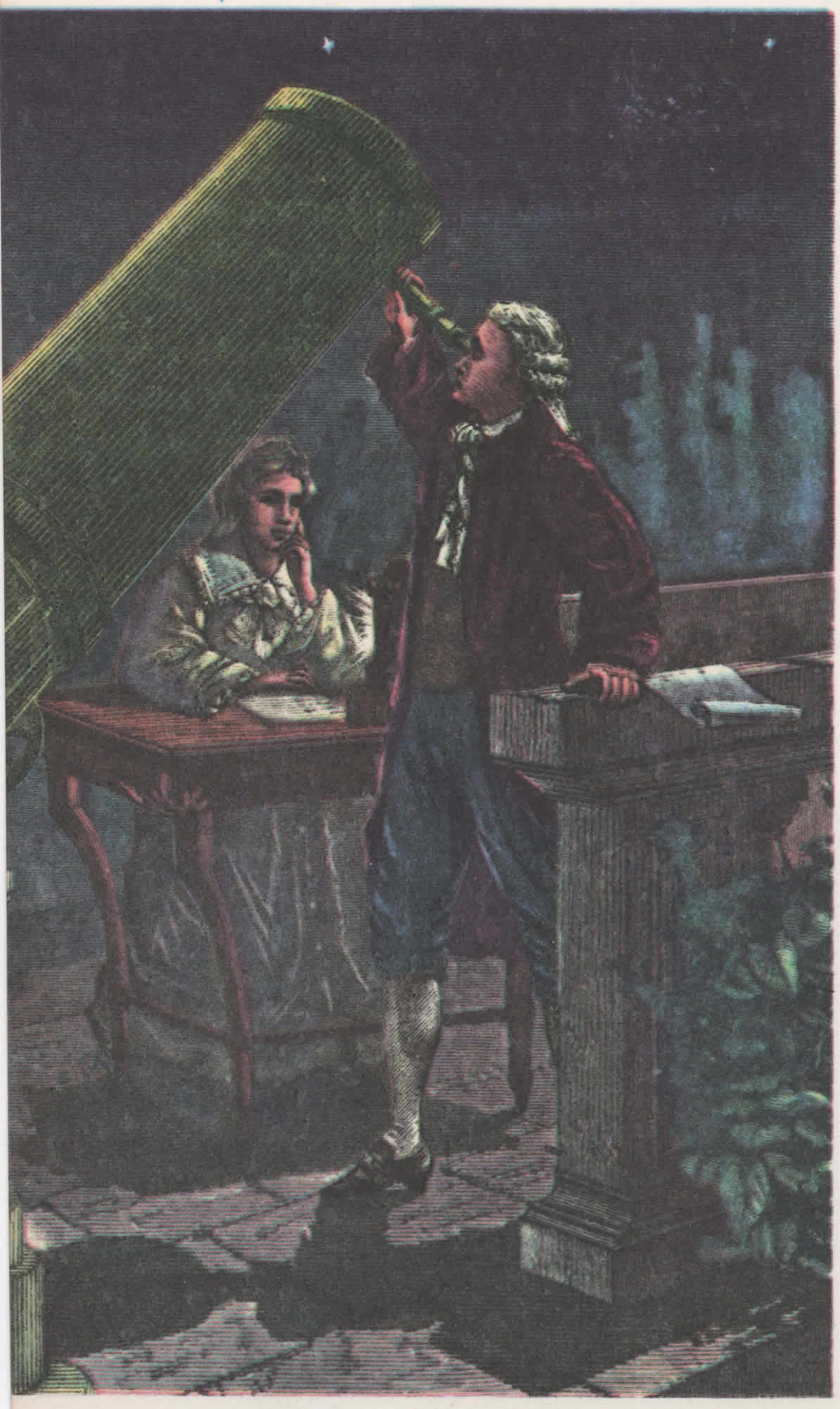
O diâmetro de Saturno atinge 114.400 km, ou seja, cerca de nove diâmetros terrestres. A distância entre o planeta e o anel mais próximo é tão grande que a Terra poderia passar entre o anel e o planeta sem tocar em nenhum deles! O anel exterior mede perto de 280.000 km e sua largura vai além de 16.000 km. A espessura, todavia, é relativamente pequena: cerca de 16 km. Por esta razão, quando os anéis se mostram de perfil com relação à Terra (o que ocorre de 15 em 15 anos), tornam-se invisíveis.

O planeta Saturno desloca-se em sua órbita com velocidade relativamente pequena: 8 km por segundo, enquanto a Terra executa esse mesmo movimento a 30 km por segundo. Em vista da reduzida velocidade de sua translação, o seu "ano" dura 29 dos anos. Em outras palavras, Saturno leva 29 anos para voltar ao mesmo ponto do céu. No que respeita, porém, à sua rotação, Saturno é bem rápido: seu dia não dura mais do que 10 horas e 15 minutos, o que explica o seu acentuado achatamento.

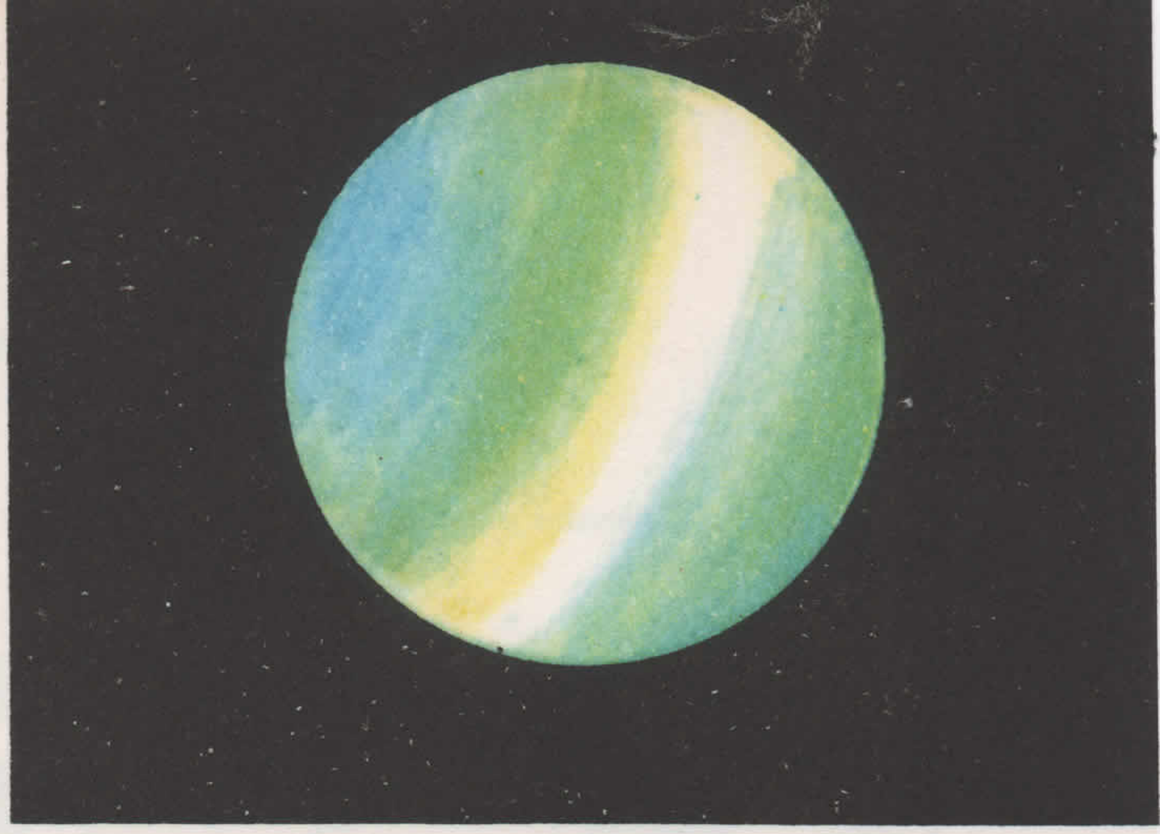
Fotografias de Saturno obtidas através do telescópio de 2,5 m do Observatório de Monte Wilson, Califórnia, Estados Unidos.



O DEUS DOS CÉUS DISTANTES



Herscnell, observando o planeta Urano na noite de 13 de maio de 1781 (gravura antiga).

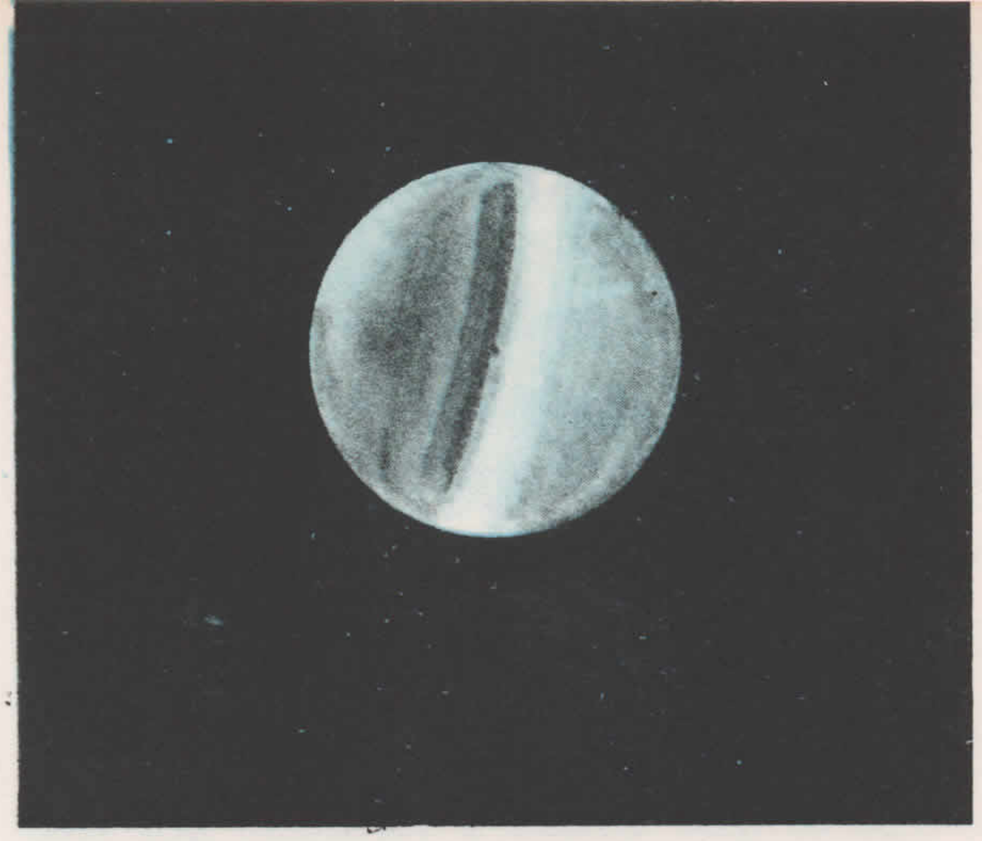


Urano visto ao telescópio. A faixa clara é a zona equatorial.

Até o dia 13 de março de 1781, Saturno representava o extremo limite do poderio solar; era o último dos planetas, além do qual se estendia o vazio do espaço. A noite desse dia marcou o início de uma nova era: William Herschell, antigo organista da capela de Bath, Inglaterra, apontava para o céu o seu gigantesco telescópio para observar a constelação dos Gêmeos. Herschell, que trocara o órgão pelo telescópio, dedicava-se com acendrado amor à observação celeste e, muito embora fosse desconhecido em toda a Europa, já tinha a seu favor uma bela folha de serviços. Ao observar as estrelas dos Gêmeos, Herschell percebeu que uma delas assumia diâmetro perceptível. Como todos sabemos, as estrelas, mesmo as mais próximas, estão de tal forma distantes, que ninguém até hoje pôde observar o diâmetro de nenhuma; apresentam-se como simples pontos luminosos.

Por insistência de sua irmã, Carolina, que o ajudava e chegou a ser uma astrônoma respeitada, Herschell continuou, nos dias seguintes, as observações e verificou que a nova "estrela" se deslocara quase que imperceptivelmente. Após estudar dias seguidos o astro, concluiu que

Sir William Herschell (1738 – 1822) descobridor do planeta Urano.



Planeta Urano.

se tratava de um novo cometa. E publicou uma memória em que o considerava um cometa e lhe atribuía o nome de Georgium Sidus (o astro de George), em homenagem ao rei George da Inglaterra.

Quatro anos mais tarde, outro astrônomo, Oriani, revelou que o novo corpo celeste era, na realidade, um novo planeta do Sistema Solar. A descoberta espalhou-se por toda a Europa e o novo planeta foi confirmado por inúmeras observações realizadas nos observatórios de Paris, Viena, Pisa, Berlim e Estocolmo. O descobridor era ainda tão desconhecido que o astrônomo Pingré, escrevendo sobre o assunto, comentou: "Este cometa ou planeta foi descoberto na Inglaterra por Herschell, astrófilo" (nome que significa amigo dos astros, era uma denominação dos astrônomos amadores). Johann Ellert Bode, falando sobre o descobridor, perguntava de que modo se escrevia o seu nome: Hersthel, Hertschell, Herrchell ou Hermstel? Quanto ao planeta, denominado por Herschell Georgium Sidus, passou a chamar-se Herschell e foi o astrônomo francês Lalande que propôs esse nome; mas o planeta acabou recebendo, como era natural, um nome mitológico: Urano, por que dizia Bode, "os planetas deveriam permanecer no Olimpo". Finalmente, foi este o nome adotado em todo o mundo.

Urano gravita além da órbita de Saturno, cerca de 3 bilhões de quilômetros do Sol. Leva 84 anos terrestres para completar uma volta ao redor do Sol e apresenta um volume calculado em cerca de 63 vezes o volume da Terra. Sua densidade, é, porém, pouco superior à da água – 1,27. É um planeta "leve"...

Sua rotação em redor do eixo é efetuada em apenas 10 horas e 45 minutos; foi determinada por Percival Lowell, o grande estudioso de Marte e confirmada com observações realizadas através da espectroscopia.

O que caracteriza melhor esse planeta, e que o torna único em sua espécie, é o fato de apresentar uma inclinação do eixo de rotação muito pronunciada. Esse eixo é inclinado sobre o plano da órbita, 98 graus. Decorre daí ficarem os pólos praticamente no equador, o que dá ao planeta uma rotação axial retrógrada. De acordo com a sua translação ao redor do Sol, Urano pode mostrar-lhe alternadamente ambos os pólos. Sua zona temperada seria, no caso, o seu equador! O planeta ora nos mostra o pólo norte, ora

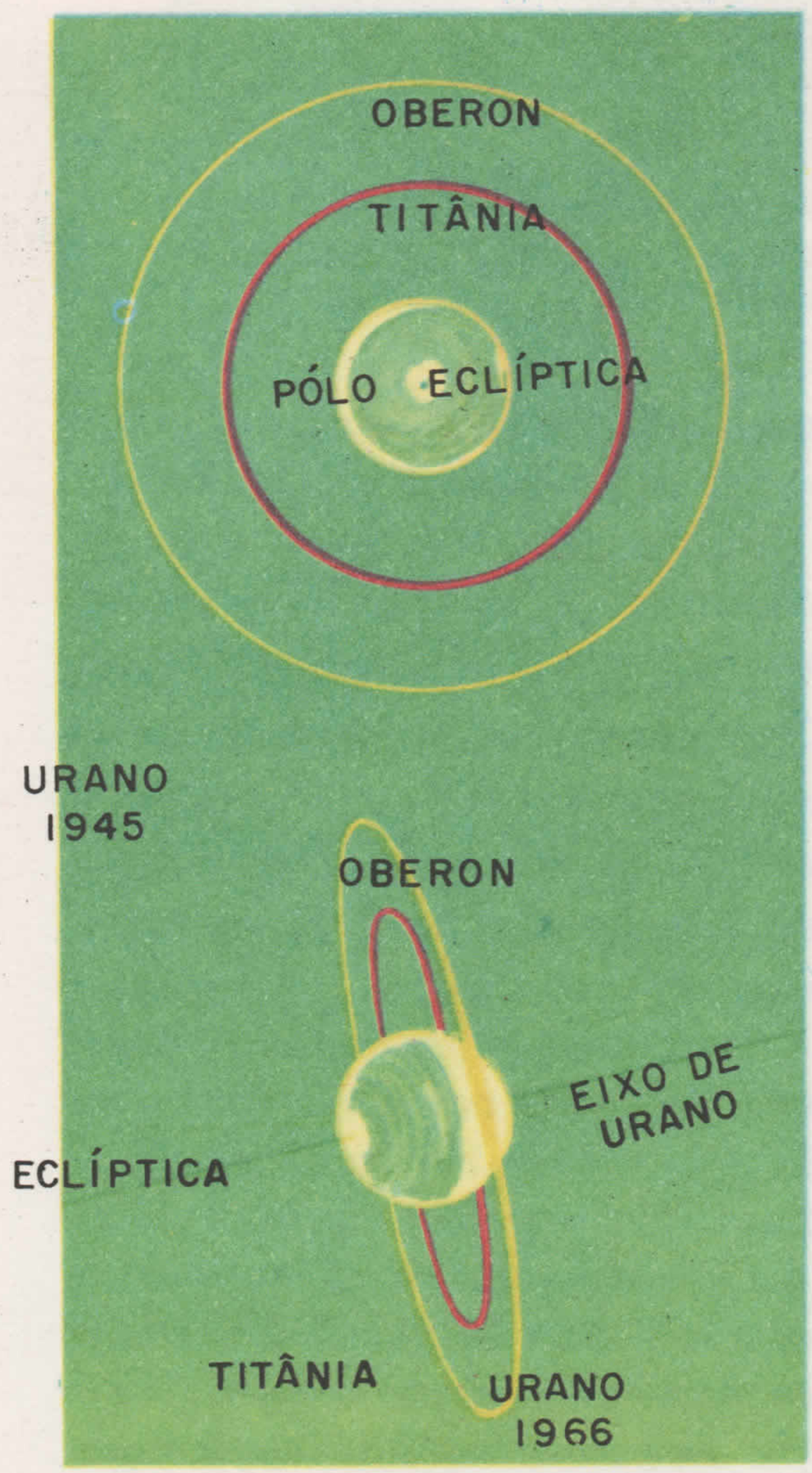
o pólo sul e, em outras ocasiões, se apresenta a linha equatorial. A meteorologia de Urano é inteiramente diferente da nossa, pois os pólos podem ser, alternadamente, zonas frígidas ou tórridas...

A temperatura média está calculada em 200 graus centígrados abaixo de zero. Julga-se que Urano é formado por três camadas, um núcleo rochoso de 23.000 km, uma capa de gelo de 10.000 km e uma atmosfera de 5.000 km, composta de metano, amônia e hidrogênio congelados.

Ao telescópio, Urano apresenta, como Júpiter e Saturno, faixas paralelas pouco nítidas e manchas isoladas.

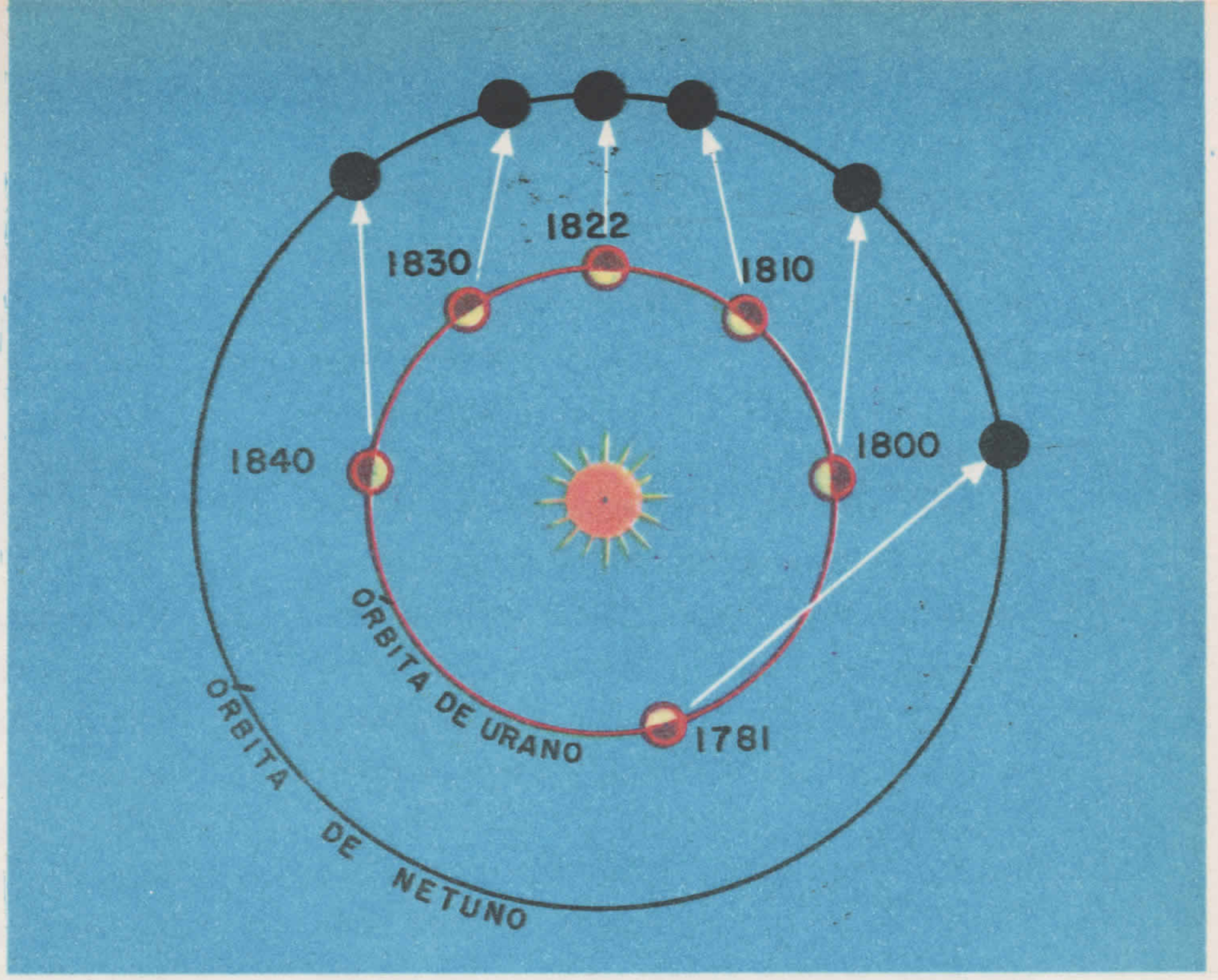
Urano possui cinco satélites, os quais foram batizados com nomes retirados de personagens de Shakespeare: Miranda, descoberto por G.P. Kuiper, em 16 de fevereiro de 1948; Ariel e Umbriel, descobertos por William Lessell, em 24 de outubro de 1851 e Titânia e Oberon, descobertos por Herschell, em 11 de janeiro de 1787. Todos são pequenos e têm movimento retrógrado.

Particularmente surpreendente é o fato de Urano, como Saturno, apresentar um sistema de anéis, recentemente descoberto. Foi a 10 de março de 1977, que uma equipe de astrônomos liderada por James L. Elliot, descobriu o sistema de anéis do planeta. É interessante notar, como diz Ronaldo Rogério de Freitas Mourão, que Herschell já registrara uma observação desses anéis, que foram considerados até 1977, como "aneis ilusórios de Herschell"...



Posições de Urano em 1945, quando ele nos apresentava um dos pólos; as órbitas dos satélites aparecem circulares. E, em 1966, quando nos mostrou seu Equador. As órbitas dos satélites se mostraram elípticas.

O DEUS DOS MARES



O gráfico representa como foi descoberto o planeta Netuno: a velocidade orbital de Netuno diminuía ou aumentava, conforme a atração exercida por Urano.

Netuno, o penúltimo planeta entre os componentes do Sistema Solar, foi descoberto de maneira muito original – pela ponta do lápis de um matemático! Eis o que se deu: depois de calculada a órbita de Urano, supuseram os astrônomos que lhes seria fácil, a partir desses cálculos, saber em que ponto do céu se encontraria o planeta. Foi grande a surpresa quando verificaram que o astro desobedecia às leis da Mecânica Celeste: ora se encontrava além, ora aquém do local previsto. Ora se adiantava, ora se atrasava. Os astrônomos já sabiam, desde Kepler, que os planetas descrevem ao redor do Sol órbitas elípticas, e não circulares, e que seus movimentos eram desiguais. Quando o astro se encontra no periélio (mais próximo do Sol), caminha mais depressa do que quando se encontra no afélio, ou seja, maior distância do Sol. Mas Netuno exagerava. Por quê?

LEVERRIER, o homem que descobriu Netuno "com a ponta da Pena".

Dois sábios, um na Inglaterra (John Couch Adams – 1819-1892) e outro na França (Urbain Jean Joseph Leverrier – 1811-1877), aventaram a hipótese de que os movimentos de Netuno eram acelerados e freados por um planeta situado mais além, numa órbita exterior. Puseram-se a calcular. Leverrier, com o auxílio de vários calculadores, entre os quais Mme. Hortensia Lepaute, que aliava ao seu enorme saber matemático uma beleza estonteante, iniciou os cálculos destinados a localizar o planeta fantasma.

Após um trabalho de vários meses, Leverrier declarou que o planeta perturbador se encontraria em tal lugar no céu. Dirigiu carta ao seu colega Johan Gottfried Galle (1812-1910), do Observatório de Berlim, pedindo-lhe que procurasse no céu, no lugar indicado, o novo astro. Galle no mesmo dia em que recebeu a carta, apontou para o céu o poderoso telescópio do Observatório e encontrou o planeta! Quanto a Adams, que realizara sozinho os seus cálculos, chegou à mesma conclusão, mas teve a infeliz idéia de confiar suas observações ao diretor do Observatório de Greenwich, George Biddel Airy, o qual atirou os cálculos do jovem astrônomo numa gaveta. E a Inglaterra perdeu a primazia da descoberta de Netuno...

Deu-se ao novo astro o nome de Netuno, que é o deus dos mares da mitologia greco-romana.

Netuno é praticamente invisível à vista desarmada. Numa boa luneta aparece

Nesta gravura antiga vemos o astrônomo francês Urbain Joseph Leverrier (1811-1877) fazendo os cálculos da posição do planeta Netuno.

NETUNO
Como é visto nos maiores telescópios do mundo.

como uma estrela de oitava magnitude, com um diâmetro visível com dificuldade. Apenas em grandes aparelhos é que esse disco é perfeitamente definido.

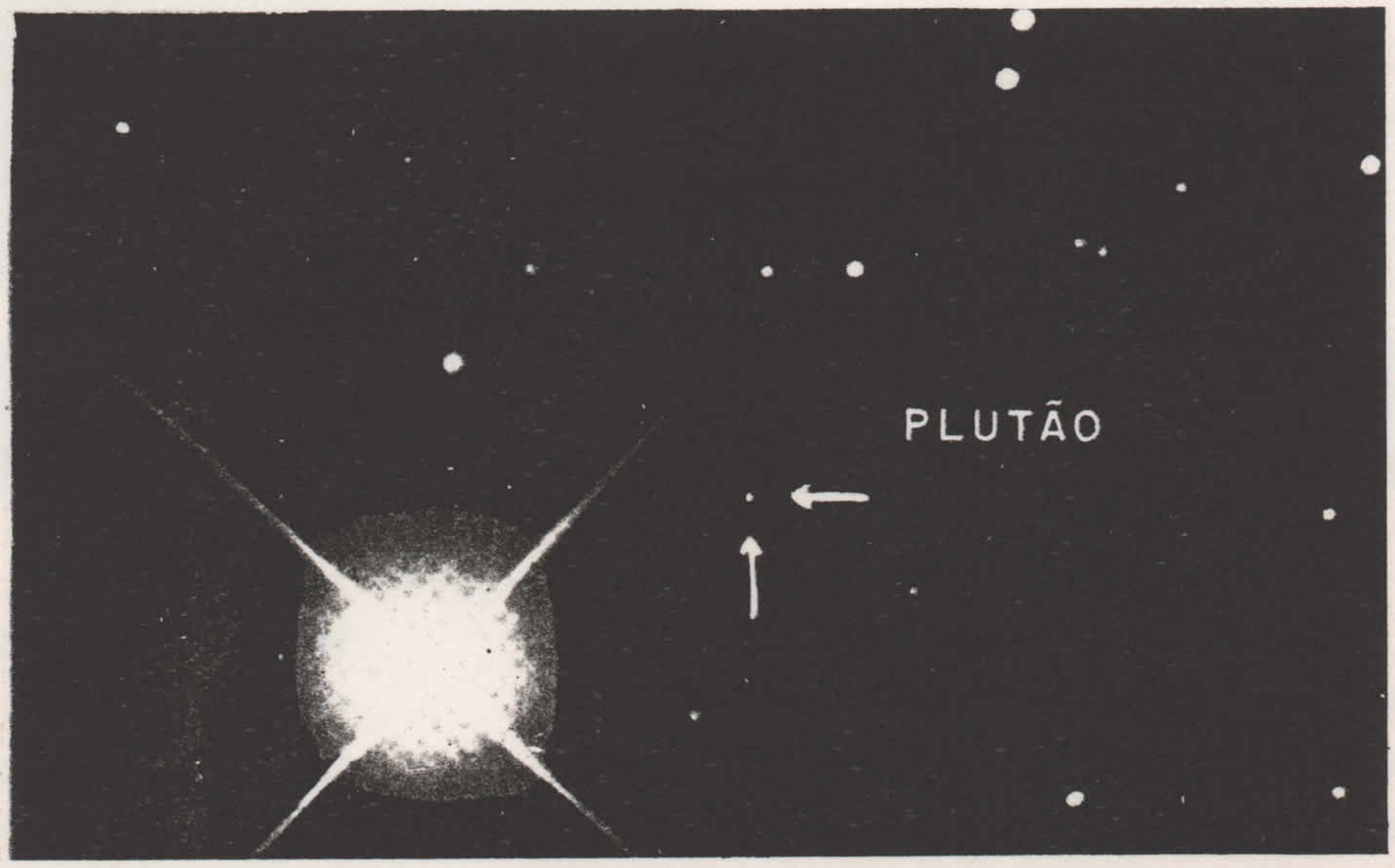
Naturalmente nada se percebeu da superfície do planeta; o que se pode ver são as camadas mais altas de sua atmosfera. Pouco se sabe acerca desse astro. Eis algumas das informações que temos: a temperatura na superfície do planeta deve girar ao redor de 210 graus abaixo de zero, uma vez que o planeta recebe 900 vezes menos calor do Sol que a Terra. O astrônomo V. M. Slipher (1875-1969) declara que há, ali, grande quantidade de metano.

O período de rotação de Netuno foi calculado em 15 horas e 48 minutos, através de espectrogramas obtidos pelos astrônomos J. Haines Moore (1878-) e Donald H. Menzel (1901-1977), no Observatório de Lick. Netuno gasta cerca de 165 anos para percorrer uma volta ao redor do Sol.

Netuno possui dois satélites: Tritão, descoberto por W. Lassell (1799-1880), em 1846 e Nereida, descoberto por G. P. Kuiper, em 1º de maio de 1949. Tritão está a 354.000 km do planeta e revoluciona de forma retrógrada em 5 dias e 21 horas terrestres. Nereida circula a uma distância 20 vezes maior, descrevendo uma órbita muito excêntrica. Tritão e Nereida são personagens mitológicos, companheiros de Netuno.

CLYDE TOMBAUGH, descobridor de Plutão.

Plutão, que até agora é detentor do título de último planeta do nosso sistema, foi descoberto de forma muito semelhante à de Netuno. Logo que se calculou a órbita deste, verificou-se que ele apresentava, como Urano, discrepâncias no seu movimento. Os cálculos para a localização do novo planeta foram realizados por Percival Lowell, que instalara em Flagstaff, no Arizona, um observatório destinado ao estudo de Marte. Esses cálculos indicaram que o planeta deveria ser procurado na constelação de Gêmeos, a mesma onde Herschell encontrara Urano. Outro astrônomo norte-americano, examinando os movimentos de Netuno chegou a resultado semelhante; foi ele W. H. Pickering (1858-1938).



Fotografia onde se vê o novo planeta.

Em 1929, o jovem assistente de Lowell, Clyde Tombaugh (1906-) iniciou a procura do novo astro, obtendo fotografias sucessivas da região sugerida. A 13 de março de 1930, após meses de incansável trabalho, Tombaugh anunciou a descoberta do novo planeta. Ao novo componente do Sistema Solar foi dado o nome de Plutão, o deus dos Infernos, pelo fato de estar muito distante e também conter as iniciais do calculador de sua posição, Percival Lowell.

A distância média de Plutão ao Sol é de 5 bilhões e 900 milhões de quilômetros. Essa distância é muito variável, em virtude da grande excentricidade da órbita do astro, que chega a passar mais perto que o próprio Netuno. O "ano" de Plutão é igual a 248 dos nossos. A temperatura reinante nesse longínquo mundo é de cerca de 200 graus centígrados abaixo de zero. Parece conter uma atmosfera rica em metano. Não se lhe conhece nenhum satélite.

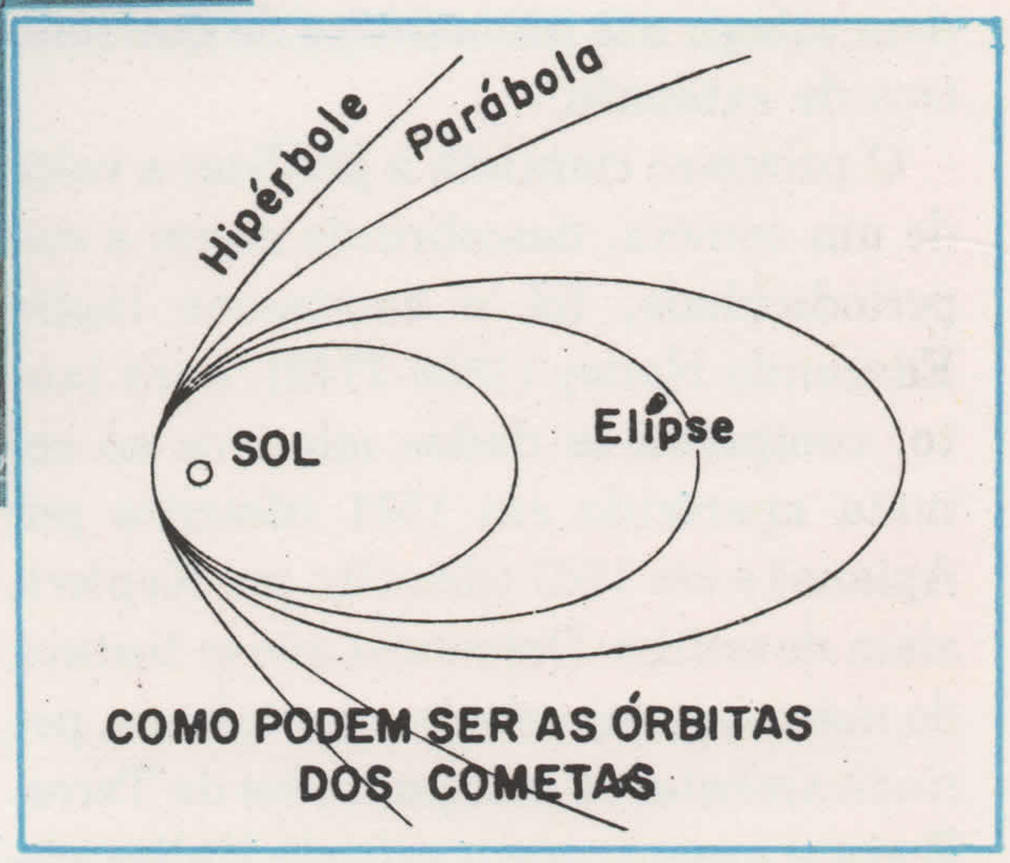
O COMETA 1948 - L - Observado na madrugada do dia 13 de novembro, no "Observatório Popular Flammarion", em Fortaleza. Obs. de Rubens de Azevedo.

Edmundo Halley (1656–1742), descobridor da periodicidade dos cometas.

MENSAGEIROS DO ESPAÇO

Devido ao seu estranho aspecto e ao seu aparecimento inesperado, os cometas sempre foram tidos como prenunciadores de catástrofes, arautos de desgraças. Esses astros infundiam profundo terror à humanidade, pois se supunha que anunciavam a morte de príncipes, guerras, terremotos, epidemias e até mesmo talvez o temido "fim do mundo".

Com o decorrer do tempo, o progresso da ciência revelou que os cometas não representam nenhum perigo e nem trazem nenhuma mensagem celeste sobrenatural. Não agouram acontecimentos funestos ou excepcionais, pois não passam de astros pertencentes ao nosso sistema planetário. Apesar das grandes proporções que muitos deles apresentam, não representam perigo algum para nós. Acredita-se hoje que eles sejam formados de matérias anteriormente pertencentes a outros astros desintegrados. Essas partículas reunir-se-iam num ponto qualquer do espaço, agregando-se por intermédio de gases congelados. Aproximando-se do Sol, os gases que formam a sua "coma" ou cabeleira são parcialmente vaporizados e arremessados ao espaço na forma de luminosas caudas. Seria a pressão das radiações solares responsáveis pela luminosidade dessas caudas, que se mostram sempre contrárias

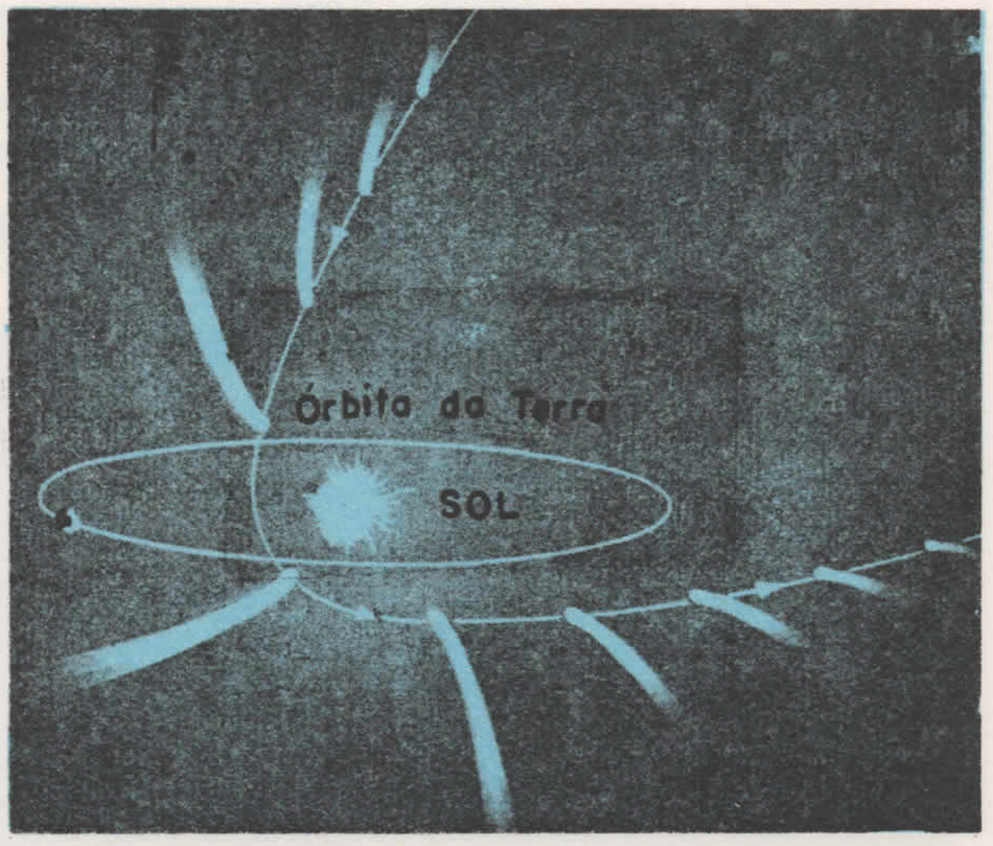


COMO PODEM SER AS ÓRBITAS DOS COMETAS

ao Sol, como se fossem "sombras luminosas". Por outro lado, os cometas só se mostram visíveis quando se aproximam do Sol.

As órbitas cometárias são muito alongadas; eles podem percorrer órbitas elípticas, parabólicas ou hiperbólicas. Nos dois últimos casos, só se apresentam uma vez. Outros há que voltam periodicamente a passar pelas proximidades do Sol, oferecendo-nos espetáculos de rara beleza.

No que respeita às suas dimensões, os cometas podem ser enormes; alguns deles têm a cabeça equivalente a 2 milhões de quilômetros de área e caudas que po-



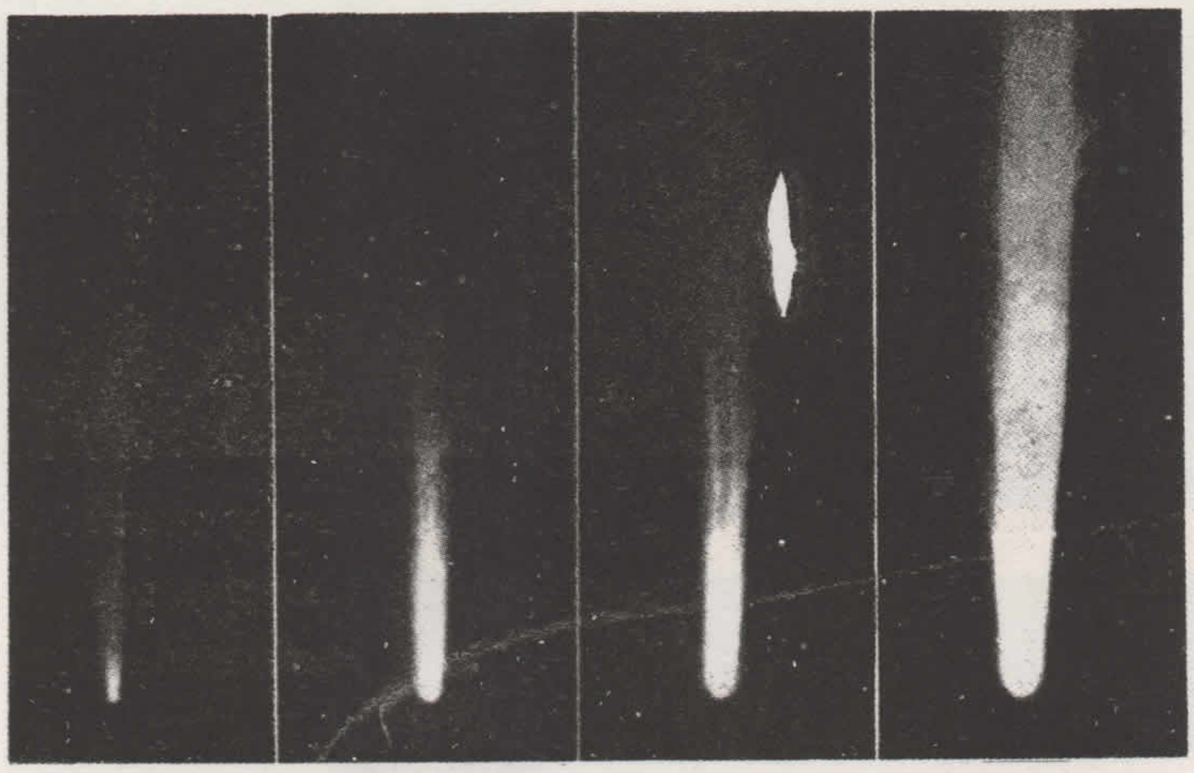
CAMINHO DE UM COMETA.

O COMETA DE CHESEAUX – Gravura do século passado. Foi um dos mais belos cometas. Apresentava seis caudas.

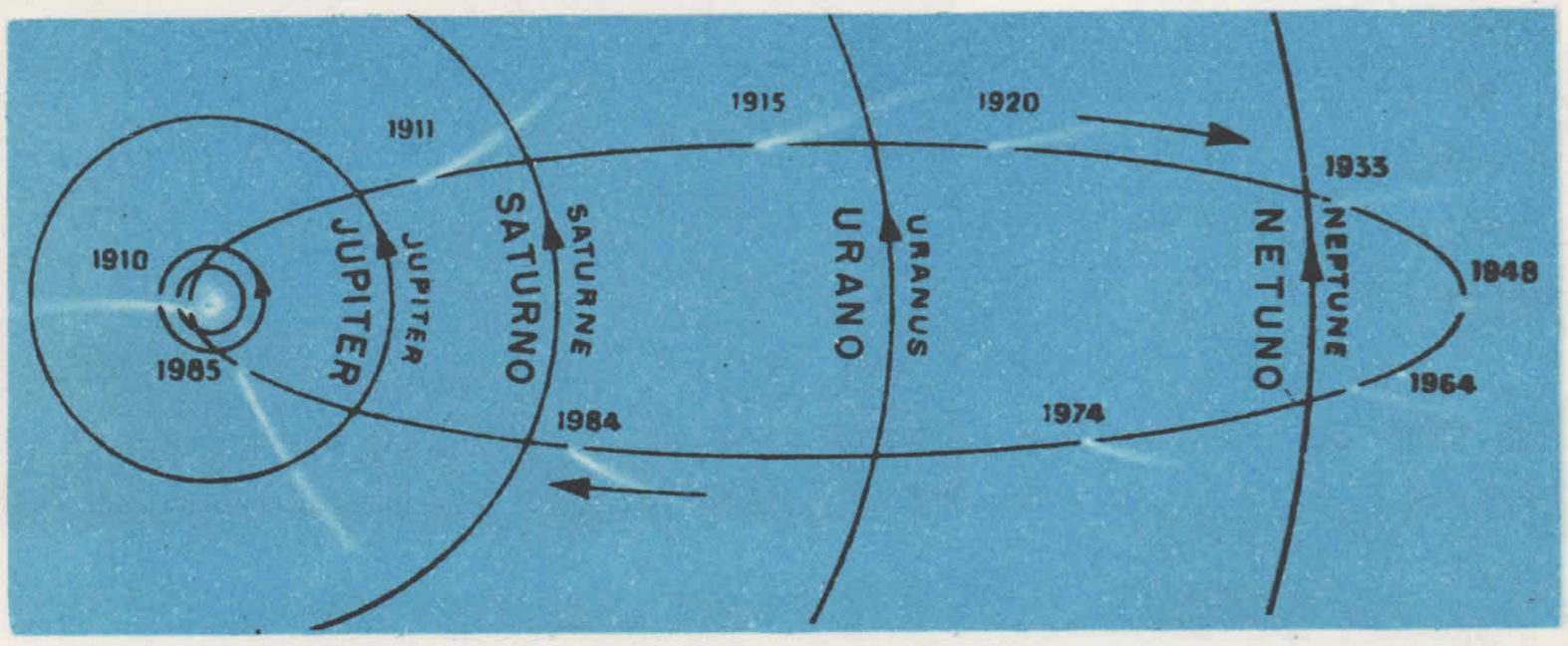
dem atingir até 300 milhões de quilômetros de extensão.

O primeiro cientista a predizer a volta de um cometa, descobrindo assim a sua periodicidade, foi o astrônomo inglês Edmundo Halley (1656-1742). Para tanto, comparou os dados relativos ao cometa aparecido em 1531 (descrito por Apiano) e em 1607 (descrito por Kepler), além de outros. Descobriu que se tratava do mesmo corpo celeste, que voltava, periodicamente, às proximidades da Terra. E era o mesmo que o próprio Halley observara em 1682.

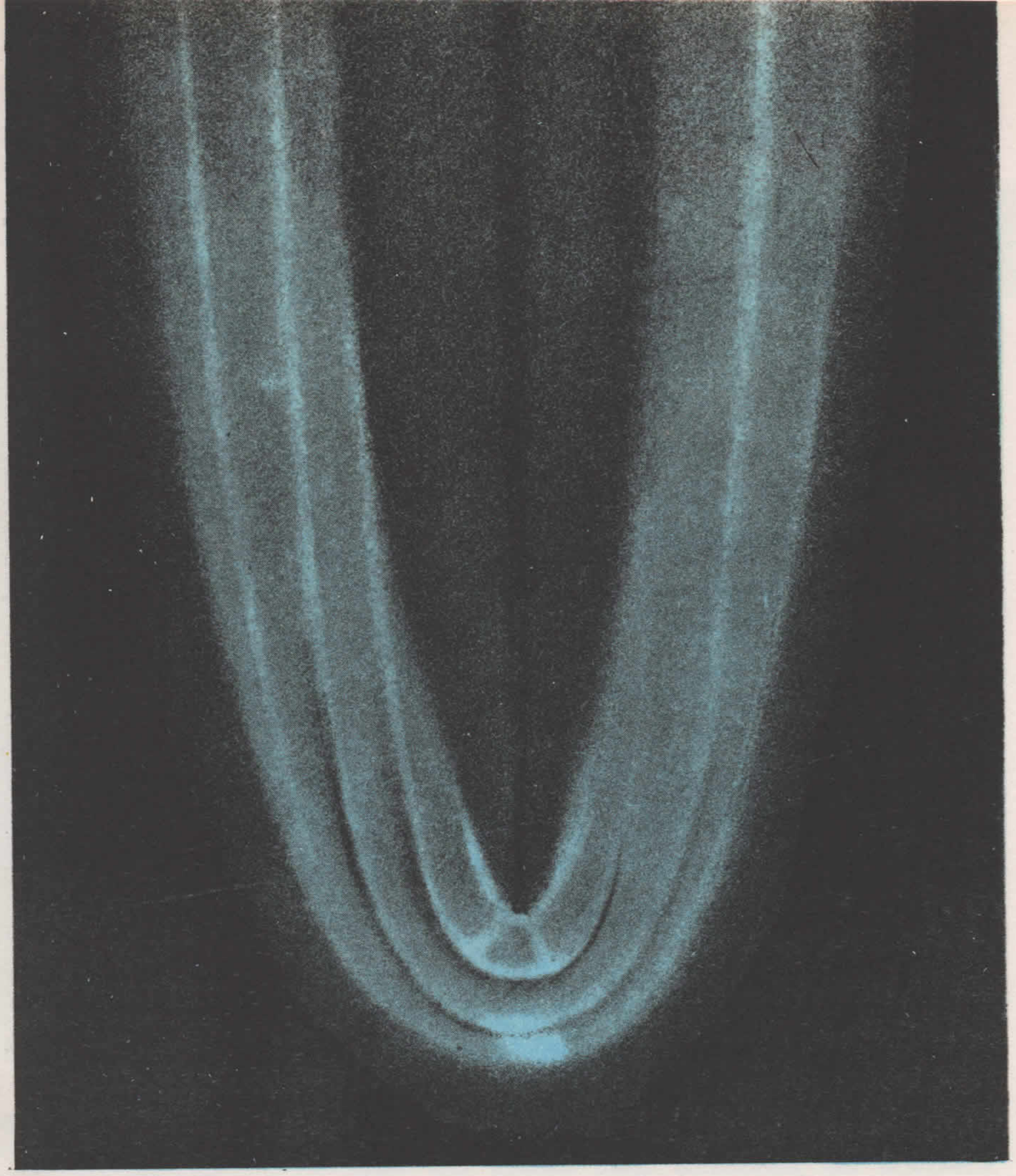
Muitos astrônomos contemporâneos de Halley zombaram de suas palavras, mas ele estava com a razão: previra o reaparecimento do cometa em 1758, ou



O COMETA DE HALLEY fotografado pelo Observatório de Paris em 15 e 30 de abril, e 3 e 6 de maio de 1910.



ÓRBITA DO COMETA DE HALLEY – Segundo os cálculos, está prevista a sua próxima passagem pela Terra, em 1986.



Aspecto da cabeça ou núcleo do COMETA DE DONATI observado no dia 2 de outubro de 1858.

seja, mais de uma década depois de sua morte. Conta-se que os seus colegas reuniram-se à volta de seu túmulo, inteiramente iluminado pelo cometa, para pedir-lhe desculpas e prestar uma homenagem ao seu gênio. O cometa, como era de inteira justiça, passou a ser chamado cometa de Halley. Voltará em 1986.

Em virtude do aumento de descobertas de cometas, que aparecem todos os anos, a União Astronômica Internacional resolveu adotar uma nomenclatura para designar os cometas. Logo após a sua descoberta, o cometa é provisoriamente designado pelo ano de sua descoberta, seguido de uma letra minúscula do alfabeto, que indica a ordem cronológica da descoberta: 1956-a, 1965-b, etc. Após o cálculo de sua órbita, o cometa é designado definitivamente pelo ano de sua passagem no periélio, seguido de um algarismo romano, indicando a ordem da passagem e, também, com o nome do seu descobridor.

A natureza dos cometas é ainda misteriosa. A teoria mais em voga é a do astrônomo Jan Hendrik Oort, que supõe a existência de um enorme "anel" de cometas situado à distância de 150.000 U.A. (unidade astronômica, que representa a distância da Terra ao Sol). Neste anel nebuloso podem se encontrar 100 milhões de cometas, que descrevem órbitas quase circulares ao redor do Sol. Um em cem mil atinge as proximidades do Sol, em virtude das perturbações das estrelas mais próximas do Sistema Solar.

De qualquer forma, parece que Képler estava certo quando afirmou que os cometas no céu eram tantos quanto os peixes no mar...

AS PEDRAS QUE CAEM DO CÉU

"Pedras que caem do céu não existem". Esta frase foi pronunciada pelo famoso sábio Lavoisier, a 15 de abril de 1769, na Academia de Ciências da França, referindo-se à possível queda de uma "pedra do céu", nó Maine. Entretanto, anos antes, em 1754, havia sido publicada, em Praga, uma monografia intitulada "Sobre a chuva de Pedras Caídas no ano de 1753, em Strkov", de um tal Spelling, onde está caracterizada a origem espacial dos meteoritos. Na realidade, desde que o homem começou a escrever a sua história, há referências ao fenômeno.

São muitíssimo numerosos os fragmentos de matéria que caem do céu sobre a Terra, avaliando-se em cerca de seis mil toneladas o peso das pedras e pó atraídos pelo nosso planeta em apenas um dia.

Várias denominações recebem as pedras provenientes do espaço: **bólides, aerólitos, uranólitos** e **meteoritos** ou ainda **meteorólitos**. A denominação mais corrente é meteoro ou meteorito. Meteoro significa o fenômeno luminoso; meteorito é a pedra. Em Meteorologia chama-se meteoro a todo fenômeno ocorrido na camada atmosférica: os trovões, os relâmpagos, a chuva, etc.

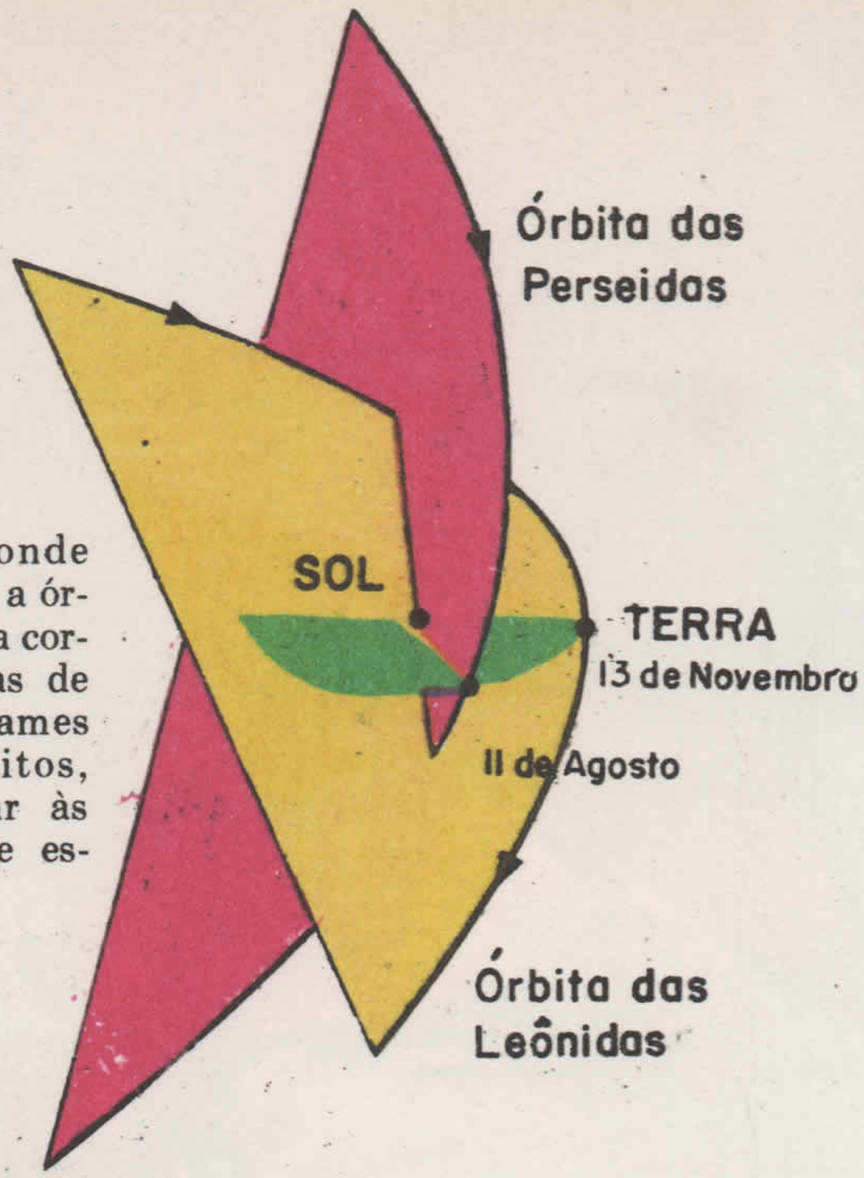
As estrelas cadentes, também chamadas estrelas filantes, são esses riscos luminosos que são vistos durante todas as noites e, especialmente, em épocas predeterminadas, a que se chama "chuva" e que já são bem conhecidas dos astrônomos. Essas "chuvas" coincidem com as

No dia 13 de novembro de 1833 esta "chuva" de estrelas cadentes substituiu um cometa.

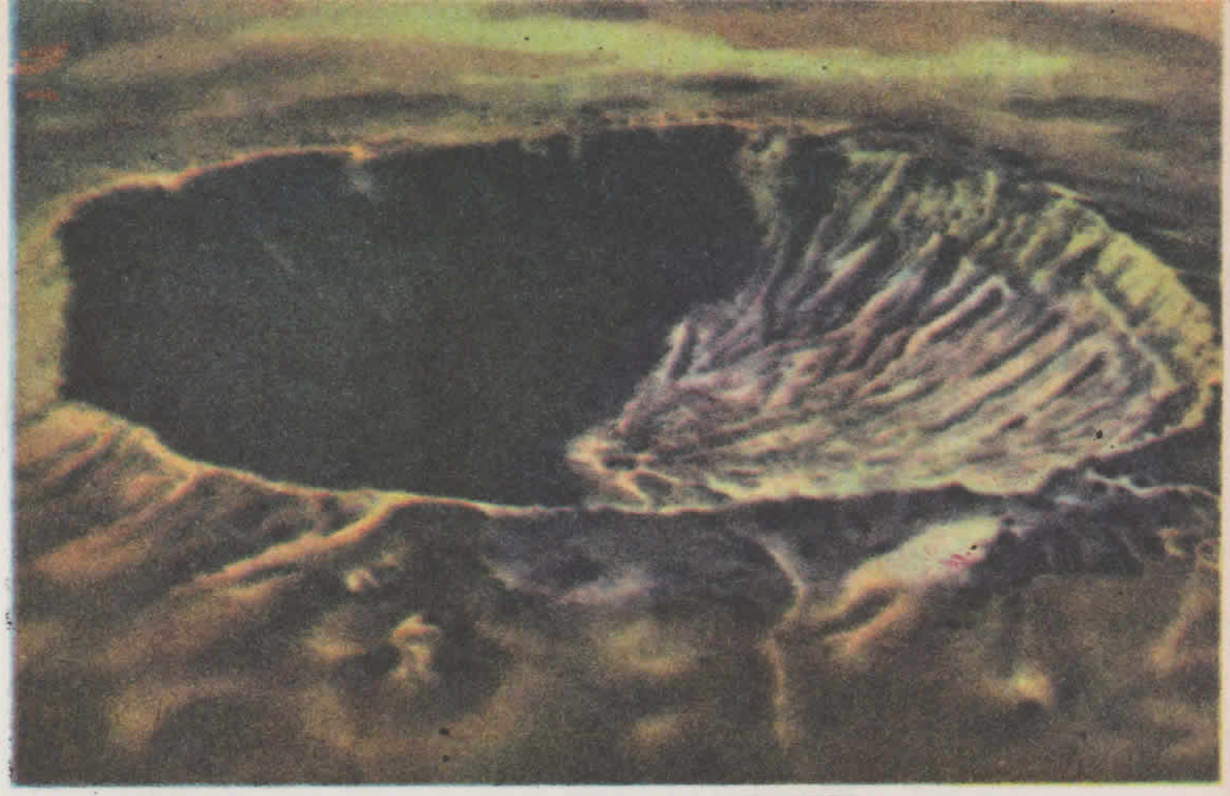
órbitas de antigos cometas que se esfacelaram.

Ao penetrarem na atmosfera terrestre, esses fragmentos se volatilizam, ardendo nas camadas atmosféricas. A 26 de abril de 1803, ocorreu uma grande chuva de meteoros, em Augle, na Normándia, motivando o início de um trabalho sério sobre o assunto, confiado ao astrônomo francês Jean Baptiste Biot (1774-1862), o qual conseguiu estabelecer, de modo definitivo, a origem não terrestre dos meteoritos.

Quando o fragmento é muito grande, muito embora seja "lixado" e consumido pelo atrito contra as camadas da atmosfera, chegam à terra grandes porções. O maior meteorito caído no Brasil foi o chamado Bendegó, encontrado no riacho



Esquema onde vemos como a órbita da Terra corta as órbitas de alguns enxames de meteoritos, dando lugar às "chuvas" de estrelas.



Cratera produzida por meteorito. A cratera de Baringer, no Arizona (EUA).

do mesmo nome, na Bahia, e exposto no Museu Nacional do Rio de Janeiro. Seu peso é avaliado em 5.360 quilogramos.

Alguns meteoritos já se chocaram com o nosso planeta, abrindo crateras de grande tamanho, como é o caso da cratera de Barringer, no Arizona, Estados Unidos, a qual mede 1.267 metros de diâmetro.

Chamam-se **astroblemas** (astro + blema = cicatriz) as cicatrizes deixadas na Terra por corpos celestes atraídos por esta. São crateras meteoríticas fósseis, originadas por ocasião da formação do Sistema Solar.

Os meteoritos podem ser esporádicos, isolados, mas as "chuvas" estão relacionadas com antigos cometas, como é o caso do famoso cometa de Biela, o qual, ao aparecer em 1842, partiu-se em dois pedaços; disputado pelas atrações de Júpiter e do Sol, acabou por fender-se em duas metades. Na visita seguinte, os dois cometas já deslizavam separados por uma distância maior. Na visita final, ninguém viu mais o cometa de Biela. Transformara-se ele numa "chuva de estrelas", a qual volta a ocorrer periodicamente.

As "chuvas" de estrelas já estão perfeitamente determinadas. Eis algumas delas:

NOME	DATA DOS MÁXIMOS	LIMITE	QUANT. P/ HORA	Cometa associado
Quadrântidas	3 de jan.	1 a 4 de jan.	30	–
Perseidas	12 de ago.	29/jul 17/ago.	40	1862 III
Aquáridas	4 de maio	2 a 6/maio	5	Halley
Oriônidas	22 de out.	18 a 26/out.	13	Halley
Táuridas	1 de nov.	15/set. 15/dez.	5	Encke
Leônidas	17 de nov.	14 a 20/nov.	6	Temple
Gemínidas	14 dez.	7 a 15/dez.	55	–

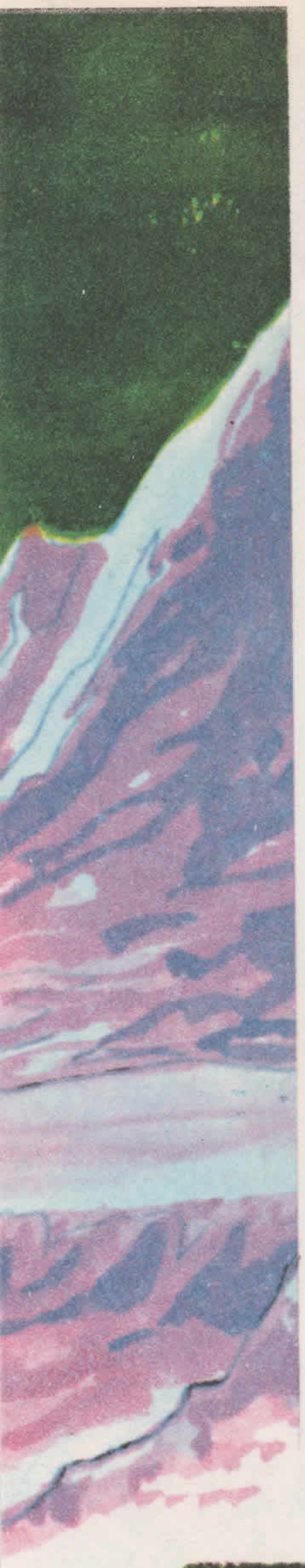
Este desenho, adaptado de Frank Tinsley, nos mostra hipotéticos seres de um planeta longínquo, situado fora da nossa Galáxia.

OS HABITANTES DOS OUTROS MUNDOS

É muito antiga a idéia de que existem outros mundos povoados como o nosso. Mesmo antes que os homens tivessem conhecimento das condições físicas e climáticas reinantes nos planetas e nas estrelas, já a sua imaginação povoava o espaço de "humanidades"... Semelhante concepção, resultante de simples sonhos, baseava-se na crença segundo a qual as estrelas e planetas teriam sido criadas para abrigar a vida.

O padre e filósofo italiano (1548-1600) Giordano Bruno defendia com calor a pluralidade dos mundos habitados e acabou por ser queimado vivo pelo Santo Ofício, em Roma.

No século passado, os maiores defensores da habitabilidade dos mundos fo-



ram o famoso Padre Félix, de Notre Dame, o vidente sueco Swedenborg e o astrônomo Camille Flammarion. O poeta Fontenelle fazia coro com eles.

A imaginação do escritor inglês H. G. Wells povoou Marte de seres débeis, mas dotados de excepcional inteligência. No seu livro A Guerra dos Mundos, descreve uma invasão da Terra pelos marcianos, os quais teriam, porém, sido vítimas dos micróbios terrestres, com os quais não haviam contado; na Lua, Wells colocou seres mais grosseiros, mas de índole pacífica. Gustave Le Rouge, escritor francês, imaginou Marte habitado por criaturas aladas e invisíveis, com propriedades vampirescas e dirigidos por um super-cérebro que os dominava a todos. Muitos e muitos escritores povoaram e continuam povoando os astros de habitantes, com as formas e mentalidades mais estapafúrdias.

Hoje em dia, é muito grande o número de sábios que acredita na habitabilidade planetária. David Brewster, em seu livro Outros Mundos, escreveu: "Os espíritos estéreis, que podem acreditar que a Terra seja o único planeta habitado, não teriam dificuldade em conceber que ela poderia, igualmente, ter sido privada de habitantes?" Spencer Jones também acredita que haja outros planetas habitados no Universo. De sua opinião partilham inúmeros cientistas da atualidade. Há estudiosos que acreditam na existência da vida racional mesmo em planetas completamente diferentes do nosso, ou seja, uma vida estruturada em outros elementos. Assim, poderia haver num planeta qualquer, habitantes cujas células seriam baseadas no silício. Teríamos, então, seres de louça ou de barro... Outros sustentam que pode haver indivíduos cujos pulmões respirem vapores incandescentes ao invés de oxigênio e que, sedentos, bebam prata liquefeita ou que alojem no sangue ácido cianídrico. Claro está que essas suposições estão longe de representar qualquer hipótese científica, não passando de palpites.

Os ficcionistas povoaram os planetas de habitantes estranhos. Vemos, ao lado, habitantes de Marte na concepção de H. G. Wells.

O certo é que, mesmo que consideremos a vida como um fenômeno muito raro, teremos que convir que esse fenômeno fatalmente se terá reproduzido alhures. Mais de cinqüenta bilhões de sóis palpitam em nossa galáxia; já se descobriram sistemas planetários semelhantes ao nosso, girando ao redor de estrelas como o nosso Sol. É muito provável, portanto, que existam outras "humanidades" povoando os céus. Tanto pode tratar-se de seres rudimentares, semelhantes aos que povoaram a Terra em remotas eras, como criaturas pensantes que alcançaram níveis mentais milhares de vezes superior ao nosso. Para a Natureza, o ontem tem o mesmo valor que o amanhã. Planetas há em que a vida ainda não surgiu e outros nos quais agonizam as últimas formas desse teimoso fenômeno que é a Vida, como o chamou o astrofísico soviético Gavril Tikhov.

Na Terra, predomina o homem que, a si mesmo, vaidosamente, se intitula o rei da criação; noutros planetas talvez existam criaturas resultantes de bilhões de gerações de homens, seres incomparavelmente mais aperfeiçoados dos que nós, dotados de órgãos e sentidos mais perfeitos – criaturas enfim que representem os derradeiros estágios da evolução animal.

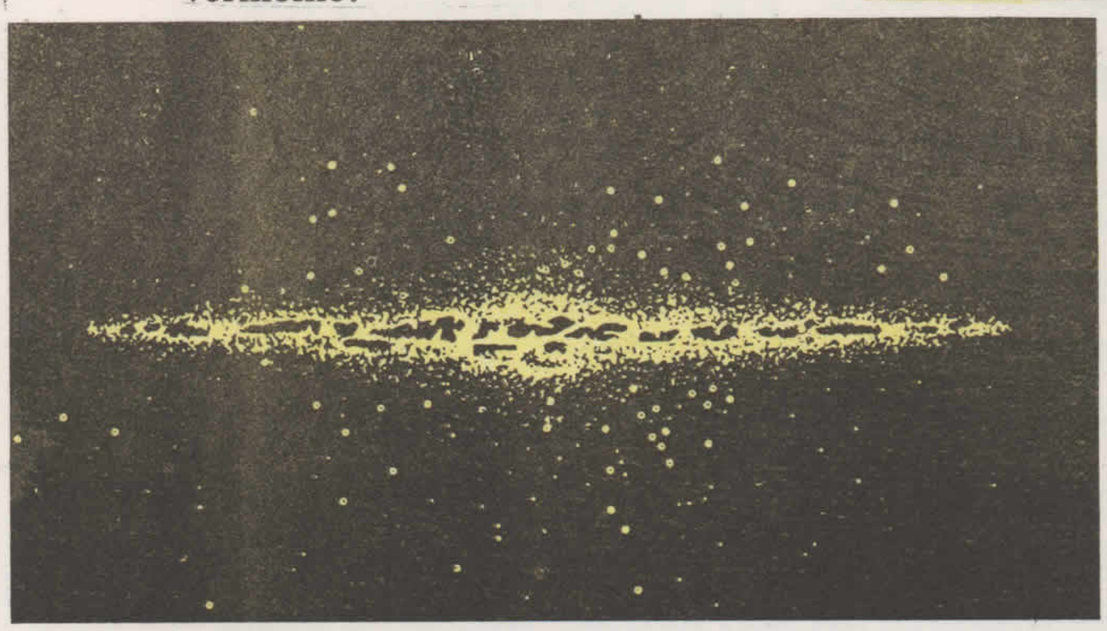
Os habitantes da Lua. Ilustração do livro apócrifo "Descobrimentos da Lua" feito no Cabo da Boa Esperança por Herschell Jr., astrônomo inglês (1835).

Gravura medieval representando um hipotéti habitante da Lua, com cabeça escamoteável...

Gravura medieval mostrando um habitante d "Estrela do Chão" (Sírius).

Nesta composição fotográfica, vemos, através da Cúpula do Observatório do Capricórnio, uma nebulosa escura: "A Cabeça de Cavalo", em Órion.

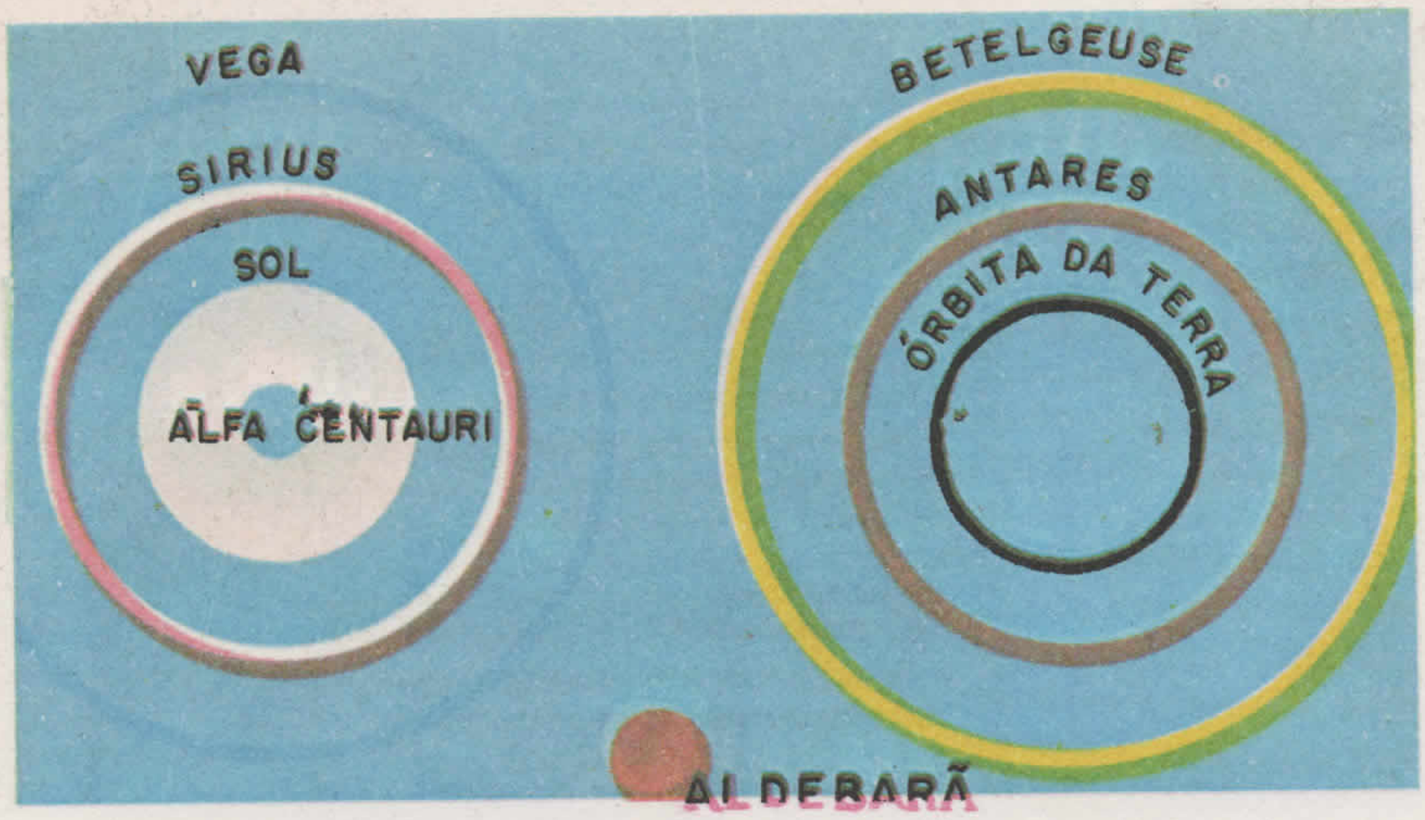
NOSSA GALÁXIA – Eis o aspecto apresentado pela "Via Láctea", a nossa Galáxia, vista de perfil. O Sol está localizado (juntamente com os planetas) no local marcado por um ponto vermelho.



ESTRELAS, NEBULOSAS E GALÁXIAS

No seu lento deslocar pelo espaço, gravitando à distância de 6 bilhões de quilômetros, Plutão assinala, atualmente, os limites do reino solar. Na verdade, existe outro planeta que vai além, um planeta recentemente descoberto. Chamou-se, a princípio, "objeto Kowal", pois foi descoberto pelo astrônomo americano Charles Kowal. Depois, deram-lhe o nome de Chiron (ou Quíron, nome do Centauro, sábio, que educou o pequeno Hércules). Trata-se de um astro que se desloca além de Plutão, mas que tem sua maior proximidade antes da órbita deste. Possui órbita muito excêntrica e ainda não se conhece muito a seu respeito.

Entre os confins do Sistema Solar e a estrela mais próxima, medeiam cerca de 41 trilhões de quilômetros, distância difícil de imaginar. Aí encontraremos a estrela "Próxima", pertencente ao sistema triplo da alfa do Centauro. É bem menor que o nosso Sol e gira ao redor de



AS ESTRAORDINÁRIAS DIMENSÕES DE ESTRELAS

um sol magnífico, a estrela Toliman, o Talismã.

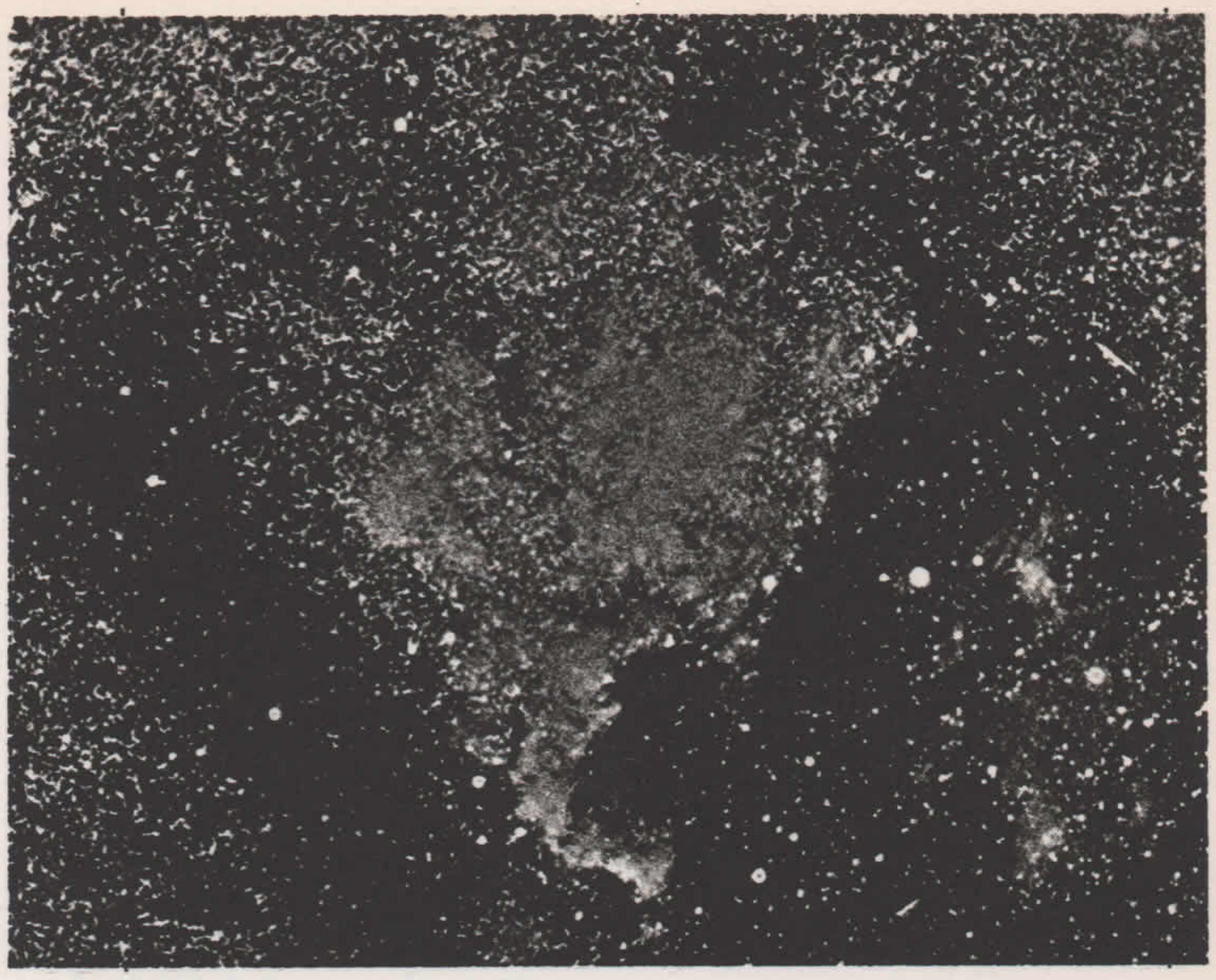
Para as medidas do Universo, os astrônomos não podem utilizar o quilômetro, que é insignificante. Outras têm sido as medidas empregadas. A primeira delas foi a unidade astronômica, igual a 140 milhões de quilômetros e que toma como base a distância da Terra ao Sol. Depois, passaram a utilizar o ano-luz, que corresponde ao espaço percorrido pela luz durante um ano, à velocidade de 300.000 km por segundo. Um A.L. equivale a cerca de 9 trilhões de quilômetros. Com os progressos da Astronomia, os instrumentos penetrando cada vez mais longe, surgiu uma nova medida, o **parseg** (abreviatura de paralaxe-segundo), distância a que deve colocar-se o observador a fim de que a órbita da Terra seja vista sob o ângulo de um segundo de arco. Assim, 2.206.265 raios terrestres equivalem a 31 bilhões de quilômetros, ou 3,26 anos-luz.

Já insuficiente o **parseg** dado as distâncias alcançadas pelos modernos telescópios, tem sido ela substituída por outra medida, o **siriômetro**, equivalente a 1 milhão de unidades astronômicas. O siriômetro baseia-se na distância da Terra à estrela Sírius, alfa da constelação do Cão Maior.

As estrelas são sóis como o nosso – imensas esferas de gás incandescente. A primeira estrela de que se conseguiu medir o diâmetro foi Betelgeuse, da constelação de Órion. Ele mede trezentos diâmetros solares. Antares, do Escorpião, é ainda maior.

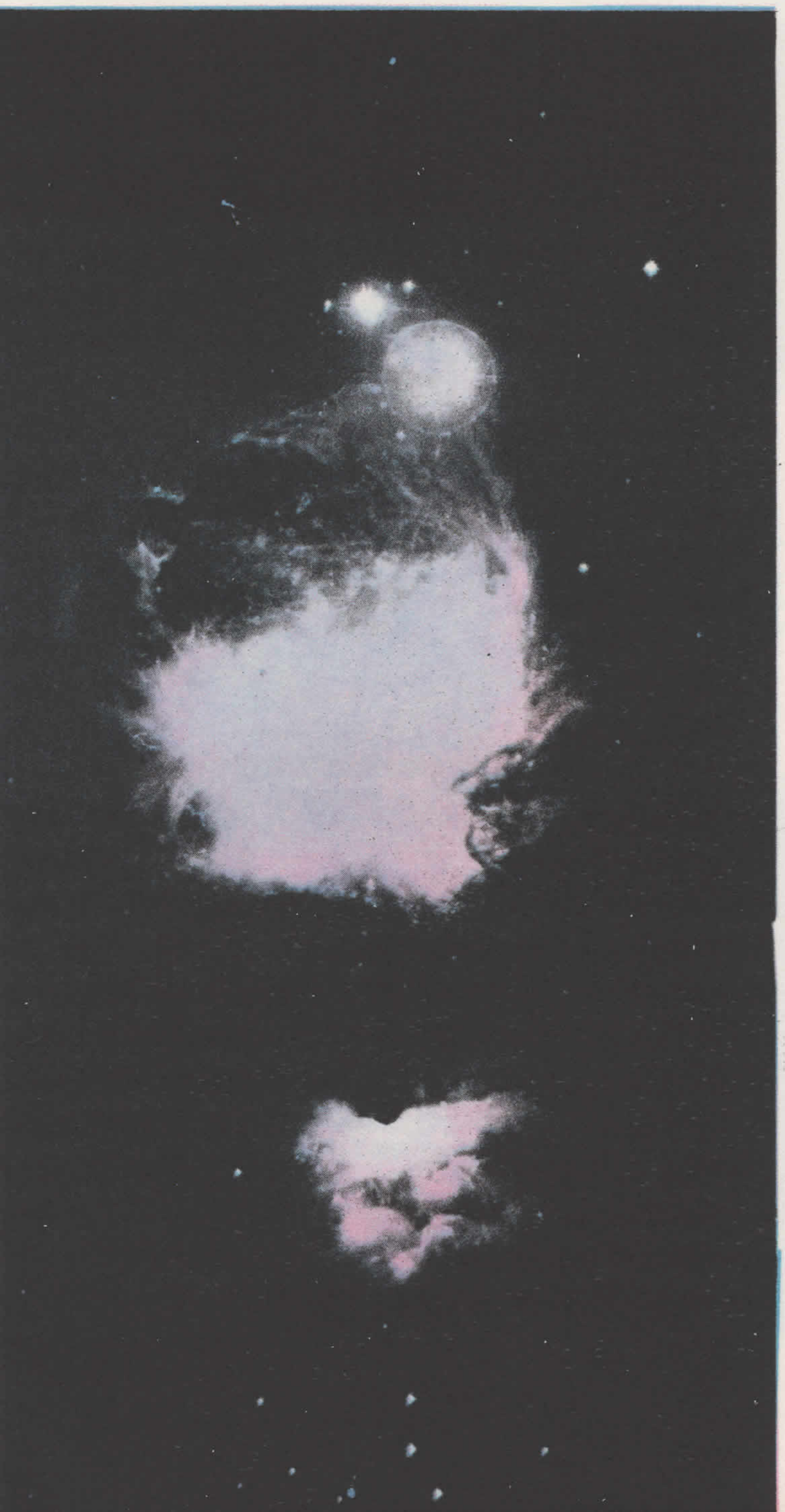
Na impossibilidade de designar cada estrela com um nome próprio, os astrônomos deram, a princípio, nomes às estrelas mais brilhantes, como Sírius, Canopus, Vega, Altair, etc; posteriormente, resolveram designá-las por letras gregas, dependendo do seu brilho. Assim, a mais brilhante era a alfa; a seguinte em ordem de brilho, beta, e assim sucessivamente. Como as estrelas, com o decorrer do tempo mudam de brilho, encontramos hoje épsilons e dzetas mais brilhantes que gamas e deltas. Com o avanço da Astronomia, o alfabeto grego tornou-se insuficiente e passou-se a utilizar, também, o alfabeto latino, o qual logo se esgotou. À medida que os telescópios aumentavam em potência, o número de estrelas decuplicava e, a partir do século XVII, o astrônomo John Flamsteed começou a utilizar um número seguido do genitivo latino da constelação.

A Astronímia, ou seja, o estudo dos nomes próprios das estrelas, não seduz



NEBULOSA DA AMÉRICA DO NORTE: Curiosa região da Via Láctea que se assemelha extraordinariamente ao continente americano. Foto: Observatório de Yerkes, EUA.

Abaixo: NEBULOSA AMORFA – A M 42 da Constelação de Órion (Foto Mc Donald).



ao astrônomo profissional, mas entre os amadores de Astronomia, navegantes, historiadores, etc. despertam grande interesse.

As estrelas hoje são classificadas de acordo com uma tabela construída de acordo com os tipos espectrais – isto é, após o estabelecimento da análise espectral, que consiste em registrar os componentes químicos das estrelas através do espectrógrafo, elas foram agrupadas em blocos, designados com as letras

							S
O	B	A	F	G	K	M	
					R	N	

Os estudantes norte-americanos, para melhor memorizar essa classificação, criaram uma frase mnemônica: "Oh, be a fine girl, kiss me right now, sweet!" Ó, seja uma boa menina, beije-me imediatamente, doçura!

No que se refere às temperaturas das estrelas, temos que nos ater apenas às camadas superficiais do astro, pois é impossível a medição dos seus núcleos. Há dois tipos de temperaturas estelares a considerar, a chamada **temperatura de cor** e a **temperatura de gradiente**, no

primeiro caso e no segundo, a **temperatura de radiação e temperatura efetiva**. Isso tudo leva a mostrar que as estrelas possuem altíssimas temperaturas, que atingem 6.000 graus centígrados.

Há estrelas isoladas, como o Sol e estrelas acompanhadas: duplas, triplas e múltiplas. A estrela **theta** do Órion, por exemplo, é um aglomerado de 9 estrelas; a **alfa** do Centauro é um sistema triplo.

As estrelas se apresentam, em sua maioria, com o caráter da variabilidade; com o decorrer do tempo elas mudam de magnitude, diminuindo ou aumentando sua grandeza aparente.

A variação do brilho das estrelas pode ter várias origens: elas podem variar intrinsecamente e variar de forma aparente, quando constituem um sistema duplo, uma das estrelas mais escura, a qual, passando sobre a outra, empana o seu brilho. Entre essas variáveis por eclipse, uma se destaca, pois pode ser observada sem o auxílio de instrumento. Trata-se da estrela Algol (do árabe, **al ghul**, o Demônio), a qual varia entre 2,2 e 3,5.

Outro tipo de estrelas interessantes é o das Novae (novas), as quais surgem inopinadamente e desaparecem por completo. A mais famosa estrela nova é a descrita por Tycho Brahe, que brilhou no espaldar do trono da rainha Cassiopéia, no ano de 1572, por algum tempo, desaparecendo depois. O mais completo trabalho sobre a variação do brilho estelar foi o de Camille Flammarion (1845-1926) e que constitui o seu livro As Estrelas e Curiosidades Celestes, onde ele mostra a variação de brilho de todas as estrelas vistas a olho nu, desde alguns anos antes de Cristo até o começo do século XX.

UMA GALÁXIA – A M 31 de — Andrômeda, galáxia espiralada semelhante à nossa. Via Láctea (Foto. Obs. Mt. Wilson).

ENXAMES DE ESTRELAS – São grupos de estrelas mais ou menos próximas umas das outras.

Em noites sem lua, principalmente no campo, longe das luzes da cidade, é fácil ver, quase todo o ano, uma imensa faixa esbranquiçada que corta o céu ligeiramente inclinada com relação ao equador celeste, e que é conhecida entre os camponeses pelos nomes poéticos de Caminho das Almas ou Estrada de São Tiago. Essa faixa representa a borda da Galáxia dentro da qual se situa o nosso sistema planetário, a Via Láctea. Foi ela, como já vimos, estudada por William Herschell. Este imenso sistema estelar tem uma massa equivalente a cem bilhões de sóis. Tem a forma de uma lente biconvexa ou de dois pratos colocados um sobre o outro, juntos pelas bordas. Se quisermos ter uma idéia mais aproximada da Via Láctea, observemos a fotografia da Galáxia M 31, da constelação de Andrômeda, que é, em tudo, semelhante à nossa. Tudo indica que a Galáxia gira, como todos os astros, ao redor de um eixo. Para dar uma volta completa, ela necessita de cerca de 250 milhões de anos – o que nos dá uma idéia de suas gigantescas proporções. A luz, com a velocidade de 300.000 km por segundo, gastaria cem anos para atravessá-la de lado a lado. É a Galáxia o nosso Universo.

Outras galáxias existem, em número incalculável. São elas classificadas hoje pelos astrônomos em várias classes: galáxias elípticas, espirais, irregulares. A sua distribuição no espaço não parece uniforme; elas se juntam em aglomerados.

Há, no nosso céu, duas "manchas" nebulosas que são por isso mesmo chamadas Nuvens do Sul e que os astrônomos chamam de Nubécula Major e Nubécula Minor (Nuvem Maior e Nuvem Menor); são conhecidas, também, pelo nome de Nuvens de Magalhães, em homenagem ao grande navegador português. Essas nebulosas são associadas à nossa Galáxia, formando com esta um sistema triplo de galáxias, o que ocorre, também, com a galáxia de Andrômeda, que nos mostra dois satélites nebulosos.

A Galáxia dos Cães de Caça nos dá uma idéia da nebulosa dentro da qual estamos.

A CONQUISTA DO CÉU

É muito difícil determinar o momento a partir do qual o homem imaginou atingir o céu. Anseio milenar, deve ter surgido ainda no peito do homem primitivo que contemplava o disco da Lua, que lhe atraía a atenção e deve ter sido o principal responsável pelo sonho da viagem ao céu.

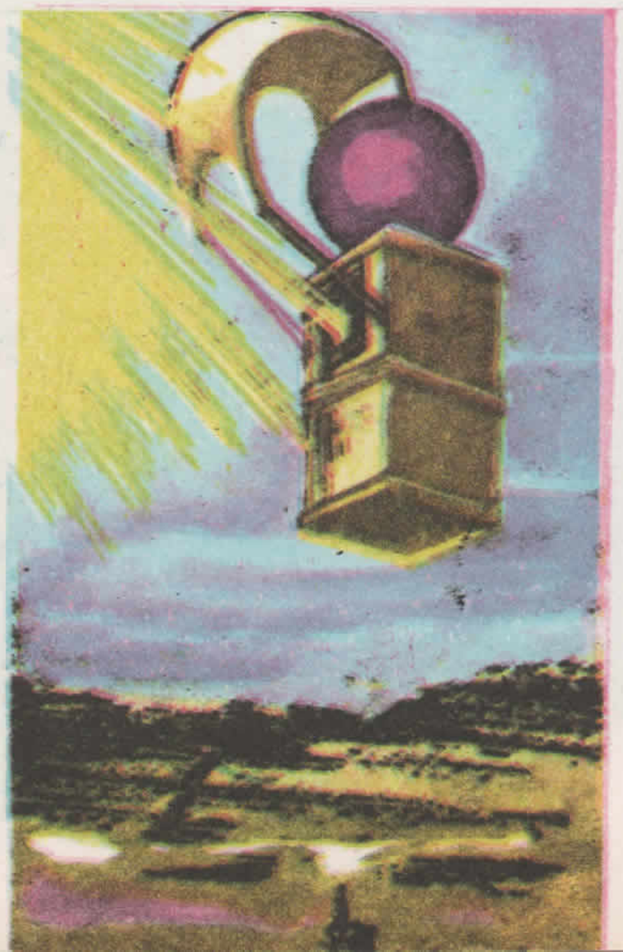
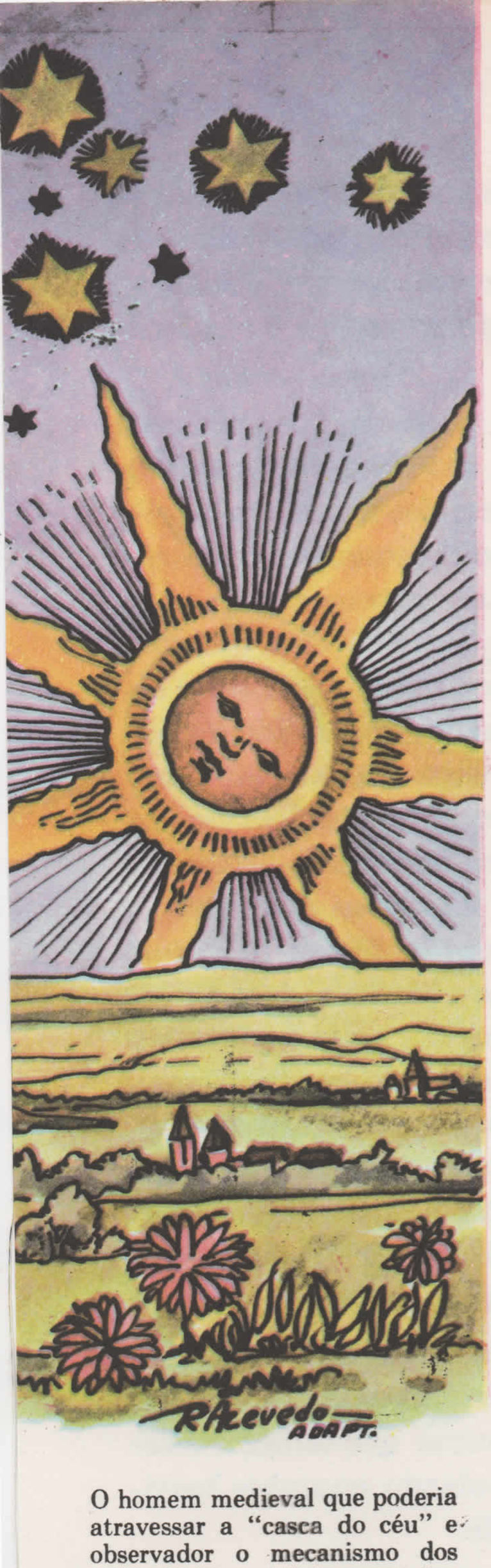


Ilustração do famoso livro de Cyrano de Bergerac (1 649).



O homem medieval que poderia atravessar a "casca do céu" e observador o mecanismo dos mundos. Cópia de uma antiga gravura em madeira (século XV)

Como a Astronomia, a Astronáutica (ou seja, a arte de navegar entre os astros) nasceu da contemplação do firmamento. Os primeiros cientistas procuraram interpretar o Universo, conhecer suas leis, saber o que se escondia para além do horizonte; foram os primeiros astrônomos os homens do campo, os homens simples, aqueles que primeiro sonharam com a viagem à Lua e às estrelas. Na mitologia, nos livros religiosos de todos os povos antigos, encontramos referência aos transportes físicos de seres humanos para o céu. Esse grande sonho da Humanidade atravessou os séculos e está, aos poucos se realizando.

Kepler (1571 – 1630) também fez literatura de ficção científica, sonhando com a viagem à Lua.

Segundo R. Argentière, o mais antigo documento referente à primitiva concepção da Astronáutica é a que descreve a façanha do rei Etam, que ascendeu aos céus. O documento é datado de 3.200 anos antes da nossa Era – tem mais de cinco mil anos, portanto. No Bhagavata, livro religioso indiano, há menções a viagens interastrais. Na Bíblia, encontramos o profeta Elias arrebatado para o céu num carro de fogo. Mas até então os transportes se realizam por processos sobrenaturais.

Do ponto de vista histórico, foi o mandarim Van Tu o primeiro homem a tentar atingir o céu, mandando atar ao seu trono uma série de foguetes que, a seguir, foram inflamados. O mandarim perdeu-se no espaço e nunca mais dele se ouviu falar...

Heródoto, o famoso historiador grego, menciona uma espécie de aviação utilizada por seus patrícios: cavalgaram águias, estimuladas por uma isca presa a uma vara. Afirma-se que foi graças a um

estratagema semelhante que Menipo atingiu a Lua!

Uma das primeiras viagens interplanetárias foi descrita pelo escritor grego Luciano de Samósata. Em sua Verdadeira História, conta ele que, juntamente com alguns companheiros, navegava no Mediterrâneo, quando o veleiro recebeu um vento forte de leste que o fez atravessar as Colunas de Hércules (hoje Gibraltar); foram, então, colhidos por uma tromba de água que levou o navio à altura de 3.000 estádios (cerca de 400 km). Depois de vários dias de viagem celeste, chegaram a uma grande e brilhante ilha: a Lua.

Ariosto, em sua monumental obra Orlando Furioso, conta que um dos seus heróis, Astolfo, visitou o Paraíso Terrestre, situado no alto de uma montanha muito próxima da Lua, ali encontrando o apóstolo São João, que o convidou a fazer uma visita ao nosso satélite. O grande Kepler, imortal autor das leis da mecânica celeste que levam o seu nome, descreveu em seu livro Sonho Astronômico uma viagem à Lua, chamada nessa obra de Levânia. (Kepler descreveu duas espécies de habitantes da Lua, os **privolves** (habitantes do hemisfério oculto da Lua) e os **subvolves**, que moram na face da Lua voltada para a Terra. Descreveu as grandes jornadas feitas pelos privolves para atingir o hemisfério de onde podiam contemplar a Terra.

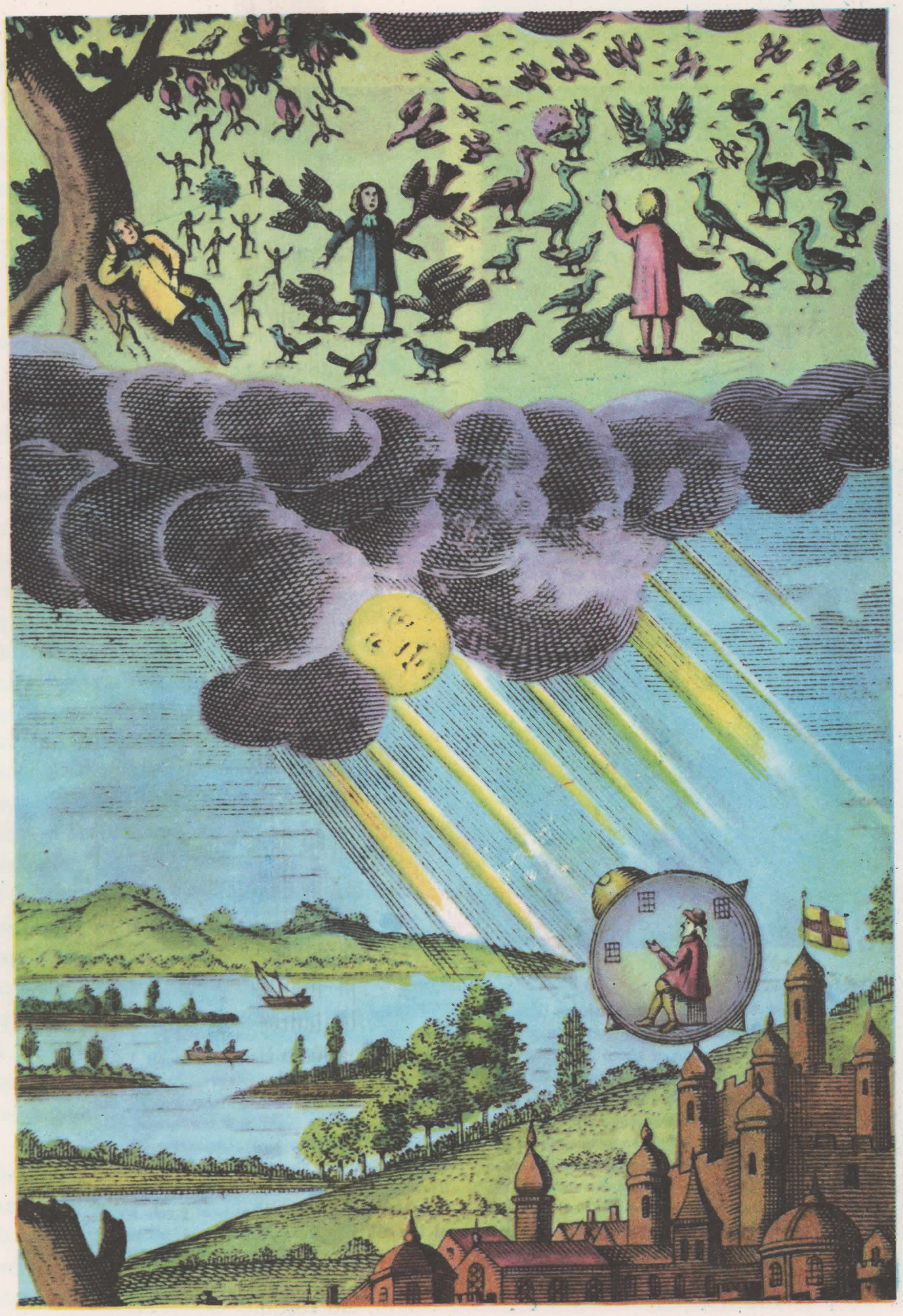
Em 1683, o bispo inglês Godwin escreveu um livro intitulado O Homem na Lua, no qual o personagem, um tal Gonzalez, empreende uma viagem à Lua, cavalgando um pedaço de madeira levado por um bando de pássaros. No mesmo ano, o amador de Astronomia Wilkins escreveu O Mundo da Lua, obra em que expõe as primeiras idéias científicas sobre a Astronáutica, pois trata de problemas de gravidade, rarefação do ar e do frio reinante no espaço interplanetário.

No gênero da ficção, um dos mais conhecidos é sem dúvida o de Cyrano de Bergerac, História dos Impérios do Sol e da Lua. Nesse espirituoso relato, conta que atingiu a Lua transportando-se ao céu com o auxílio de balões de vidro cheios de orvalho. Com o calor solar e a conseqüente evaporação, os balões subiram levando consigo o nosso herói. Conta Cyrano que encontrou na Lua um terrestre que viajara antes dele, utilizando outro processo: metera-se num veículo de ferro e, com um fantástico ím i preso a uma corda, que o levava cada v:z mais para cima, conseguira alcançar o satélite! Trata-se de uma deliciosa fanfarronice à qual não falta certo cunho científico. O livro chegou a impressionar o genial Isaac Newton, o qual chegou a propor a construção de um navio cósmico impulsionado pela reação.

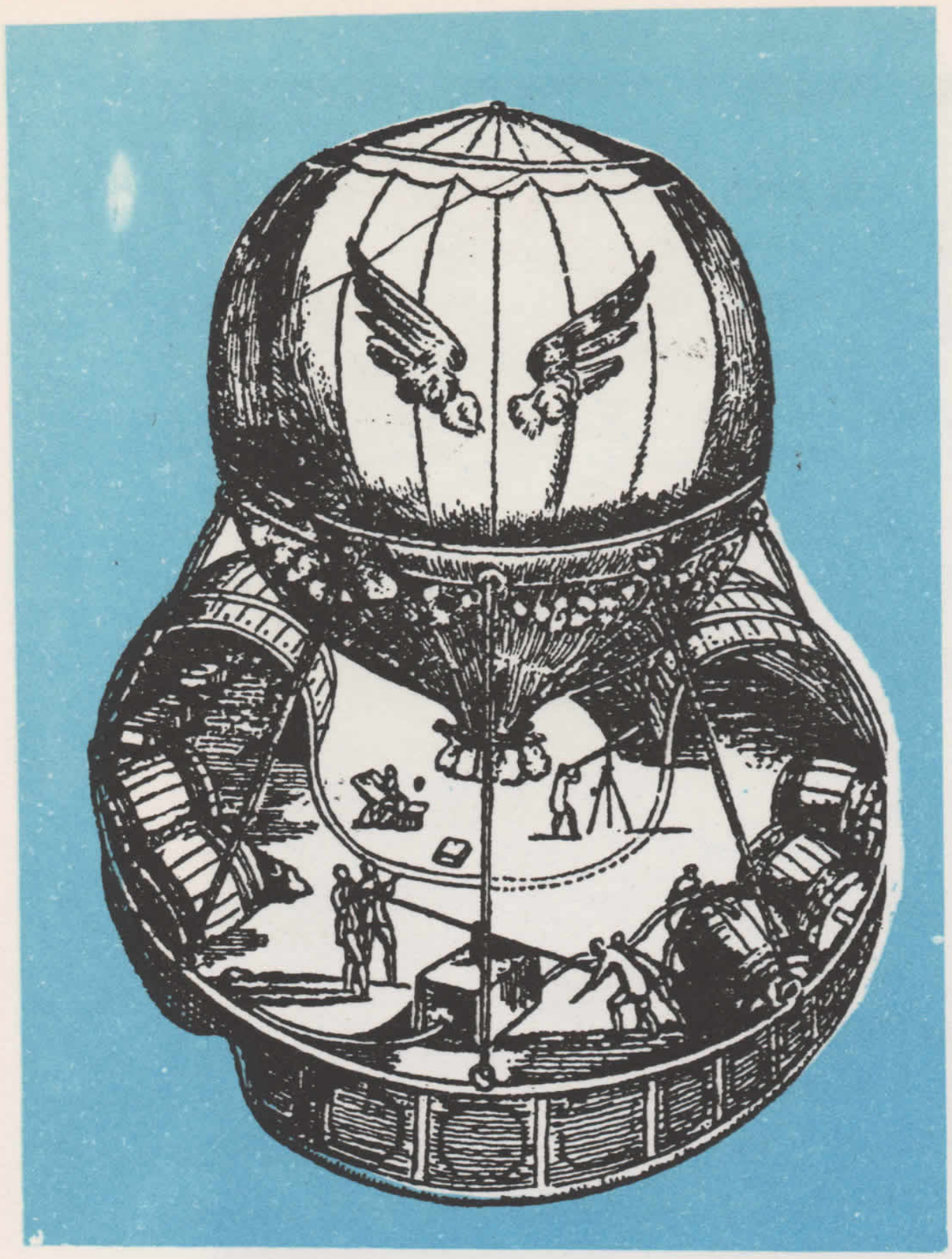
Em fins do século XVIII, eram correntes na Europa histórias a respeito de habitantes de Mercúrio que teriam visitado a Terra tripulando engenhos movidos a eletricidade.

Nem Edgard Allan Pöe, extraordinário poeta e escritor norte-americano (1809-1849), escapou à tentação de escrever uma viagem à Lua. Em seu conto "A Extraordinária Aventura de um Certo Hans Pfall" examina, com seriedade e conhecimento de causa, todos os ângulos sugeridos pelo apaixonante problema.

H. G. Wells (1866-1946), grande historiador e ficcionista inglês, descreveu em Os Primeiros Homens na Lua, a maneira



Instigado pelas possibilidades da vida em outros mundos, os homens sonharam em visitá-los. Gravura do século XVIII, mostrando um gigantesco balão destinado a levar homens à Lua.



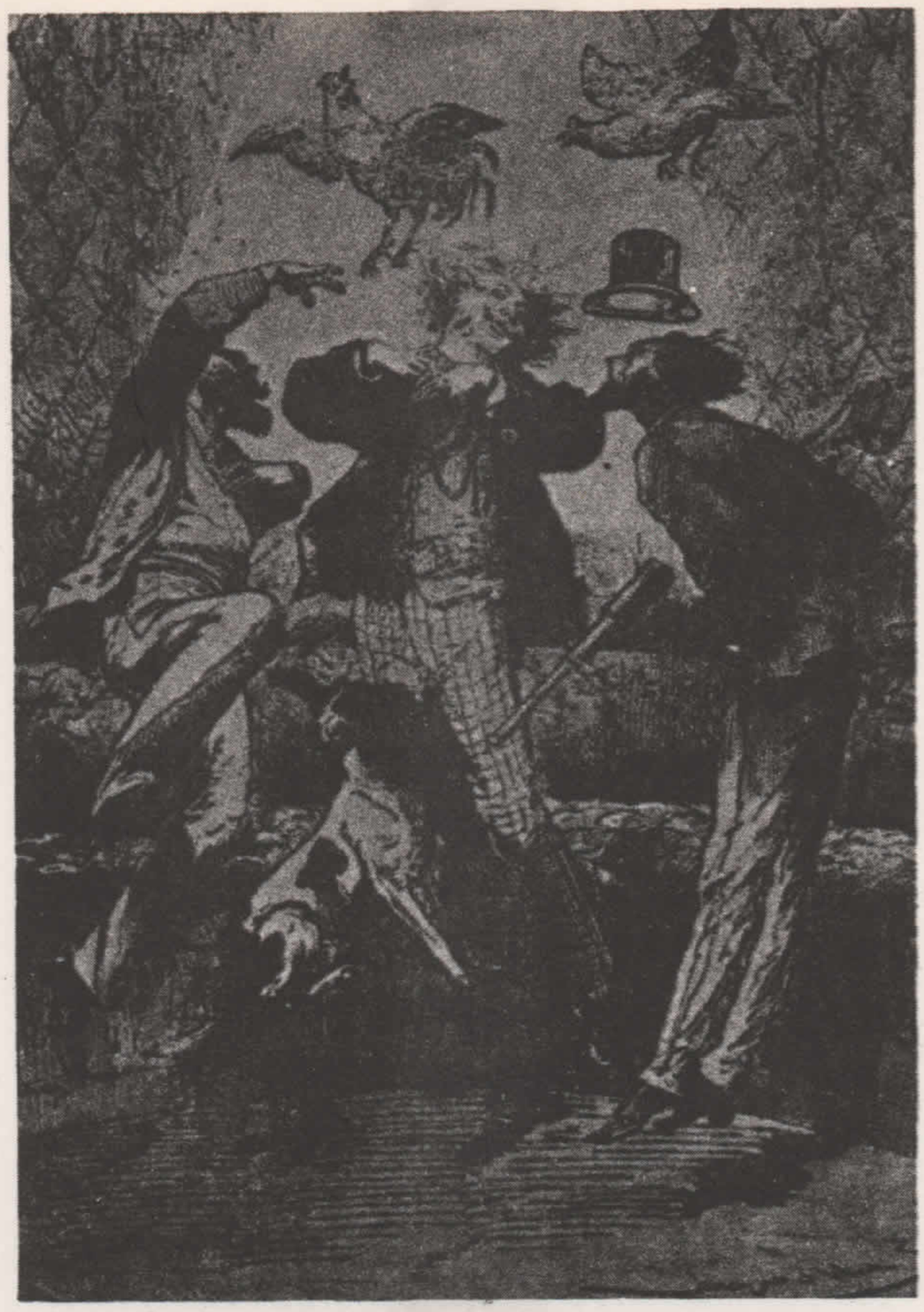
Gravura francesa de 1 780: trata-se de um veículo destinado a viajar para a Lua.

pela qual um sábio, o professor Cavor, e um companheiro atingiram a Lua, num veículo recoberto por uma substância antigravitacional, à qual atribuíra o nome "cavorite". Para dirigir a astronave, o engenhoso cientista abria e fechava postigos, fazendo com que a Lua e a Terra atraíssem a esfera tripulada.

Os mais famosos livros sobre uma viagem à Lua, são, porém, os de Júlio Verne (1828-1905), o mais famoso "profeta do futuro". Em Da Terra à Lua e À Roda da Lua, ele descreve uma viagem à Lua num veículo em forma de projétil, o qual é lançado ao espaço por um gigantesco canhão carregado de toneladas de algodão-pólvora. O veículo lança-se ao espaço e tem o objetivo de projetar-se sobre a Lua; mas, tendo sua órbita desviada por um meteoróide, dá a volta por "detrás" da Lua e volta à Terra. O fabuloso veículo é encontrado boiando em pleno oceano, com os seus tripulantes... jogando cartas! Muito embora seja razoável até certo ponto a fantasia de Verne, não encontra ela nenhuma base científica. Sua concepção é por demais simplista para a realização de empresa tão complexa. Se deixarmos de lado a absurda idéia de um canhão de trezentos metros de comprimento, deveremos convir que jamais poderiam manter-se fisicamente intactos os tripulantes alojados no interior do obus, após o tremendo impacto necessário à saída do foguete da atmosfera terrestre.

O grande Newton já havia imaginado a possibilidade de um veículo abandonar a atração da Terra – isso muito antes da descoberta do balão! Ele criou as clássicas "velocidades cósmicas", que consistem, em resumo, no seguinte:

1ª velocidade: um corpo, deixando a



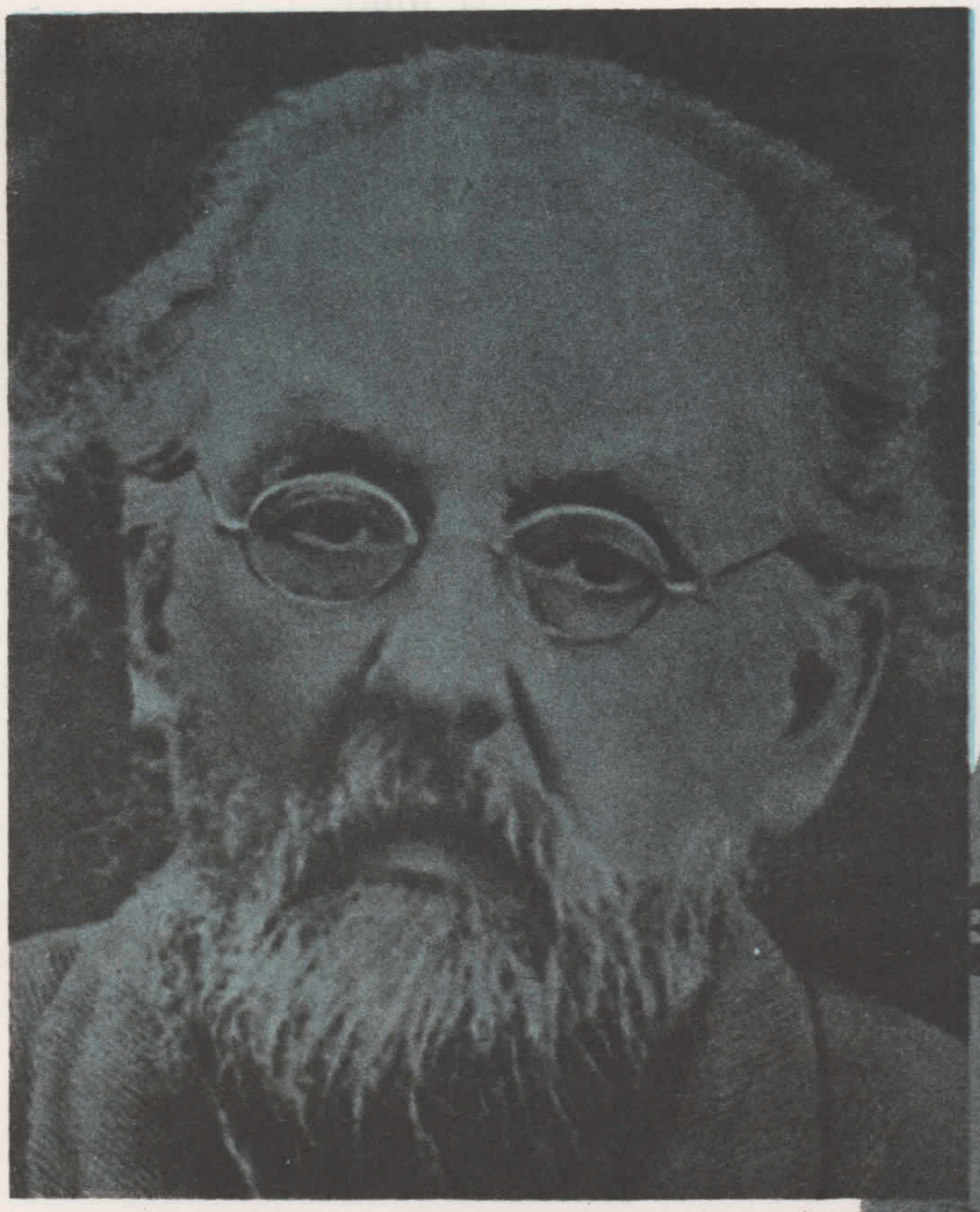
Os personagens de Júlio Verne – Miguel Ardan, Barbicane e Nicholl, dentro do veículo espacial, um momento de imponderabilidade.

Terra com uma velocidade inicial de 3 quilômetros por segundo, forma uma órbita, a qual, devido à atração da Terra e ao atrito com as altas camadas atmosféricas, vai-se fechando e o corpo volta a cair;

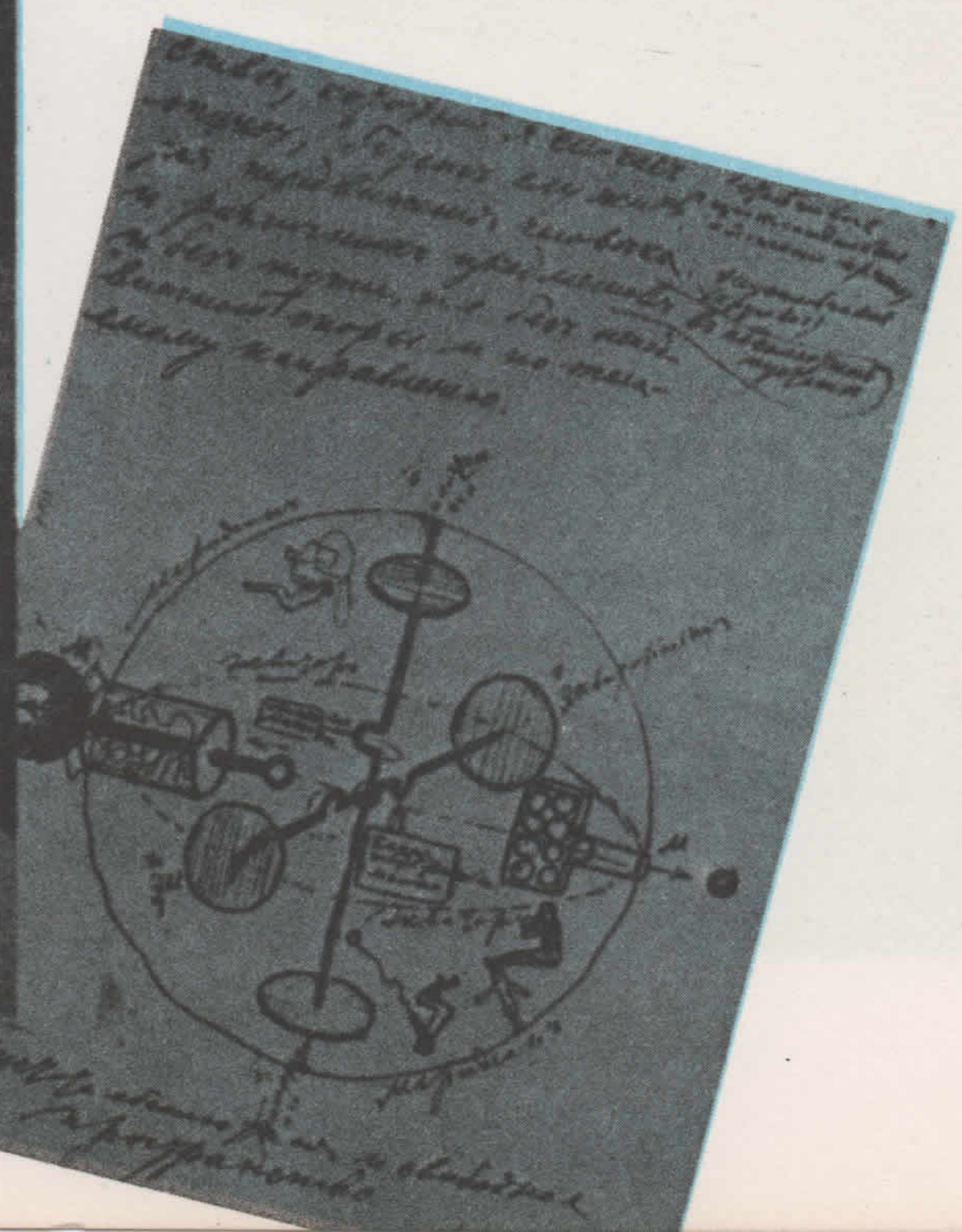
2ª velocidade: um corpo, com a velocidade inicial de 7 quilômetros por segundo, atinge uma órbita elíptica; com o decorrer do tempo, essa órbita atinge a circularidade e o veículo, pelos mesmos motivos antes mencionados, vai cair na Terra;

3ª velocidade cósmica: um corpo com a velocidade inicial de 11.200 metros por segundo liberta-se por completo da atração terrestre, saindo pela tangente.

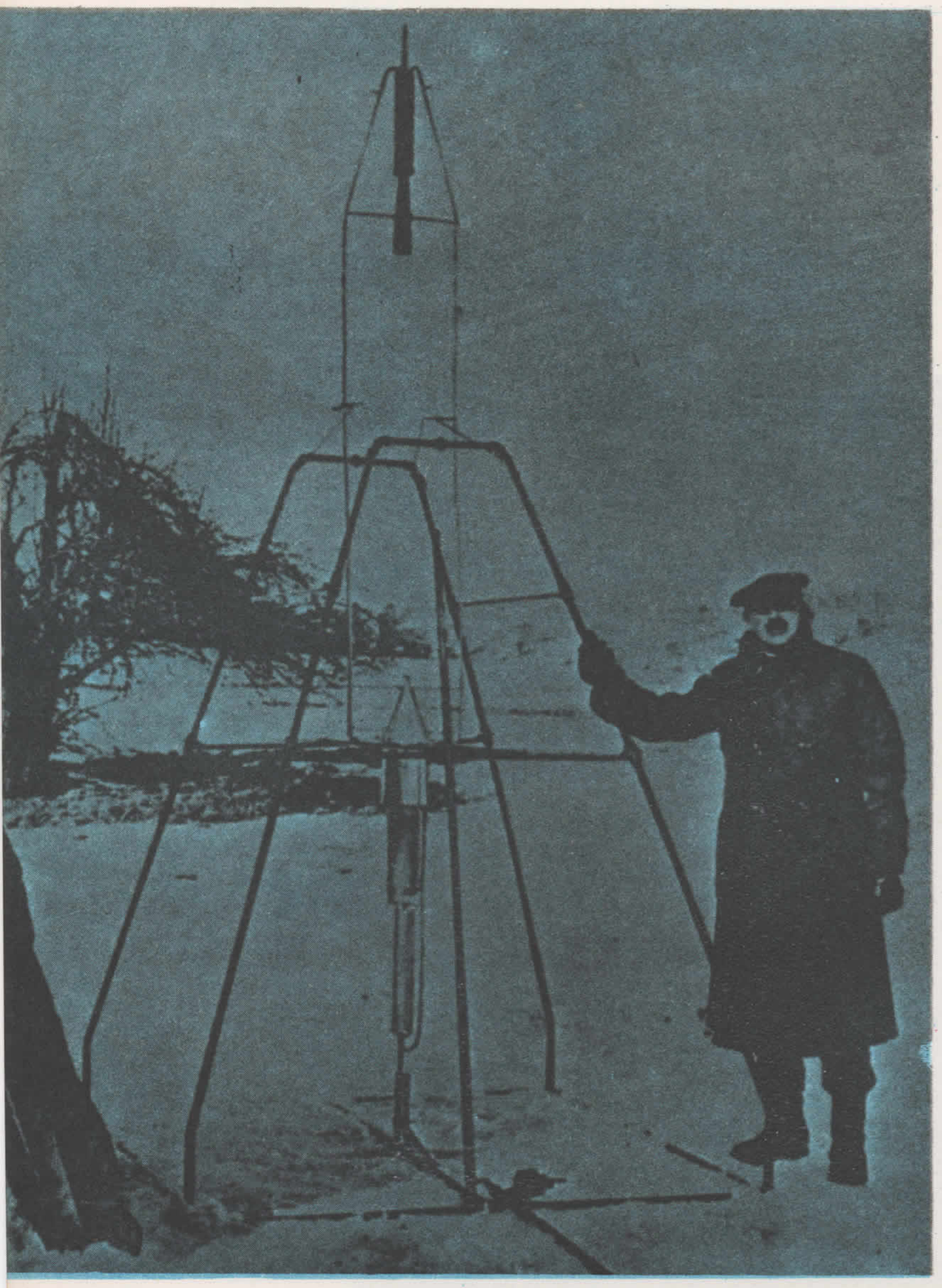
Atualmente, a Astronáutica nada tem de novelesca, embora possa abrir à imaginação as mais extraordinárias perspectivas. É incalculável o número de sábios e técnicos hoje dedicados de corpo e



Konstantin Tziolkovsky (1857 – 1935), o criador da Astronáutica, numa foto de 1920. Ao lado, fragmento dos seus manuscritos.



Acima: Max Valier ao lado de um trilho para foguetes.



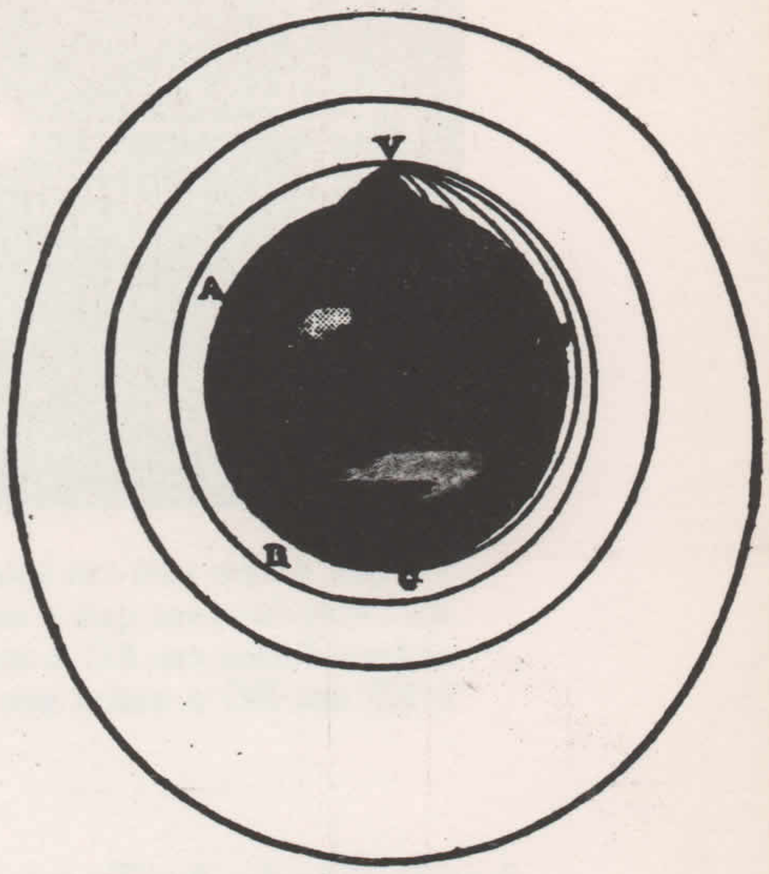
O Dr. Roberto Goddard, pioneiro da Astronáutica ocidental ao lado de um dos seus foguetes (Foto do Instituto de Ciências Aeronáuticas dos EUA).

alma ao problema da navegação espacial.

Como ciência exata, a Astronáutica nasceu na Rússia, com os estudos de Konstantin Tziolkovsky, nascido em Yjewsky, em 1857 e falecido em Kaluga, em 1935. Dedicou ele toda a vida ao estudo da possibilidade da navegação espacial. Nos Estados Unidos, Robert Goddard (1822-1945), norte-americano, lançou ao espaço, pela primeira vez, o foguete de combustível líquido. A Astronáutica surgiu graças ao esforço conjugado de muitas nações, destacando-se a União Soviética, os Estados Unidos, a França, a Inglaterra e muitos outros países. Por volta de 1923, o engenheiro romeno Hermann Oberth publicou um trabalho que se tornou clássico dentro dos princípios da Missilharia. Os alemães, dentre os quais se destacaram Vernher von Braun e Dornberger, por outro lado, dedicaram-se especificamente à balística. Seu trabalho sempre esteve associado às famosas bombas V, de trágica memória.

A Astronáutica, surgida através da contribuição de várias ciências, entre as quais se destaca a Astronomia, deveria servir de veículo para a união dos povos e para assegurar a paz mundial. Infelizmente, isso não aconteceu e os países mais adiantados nas técnicas espaciais preparam-se, na verdade, cada um pelo seu lado, para o domínio mundial.

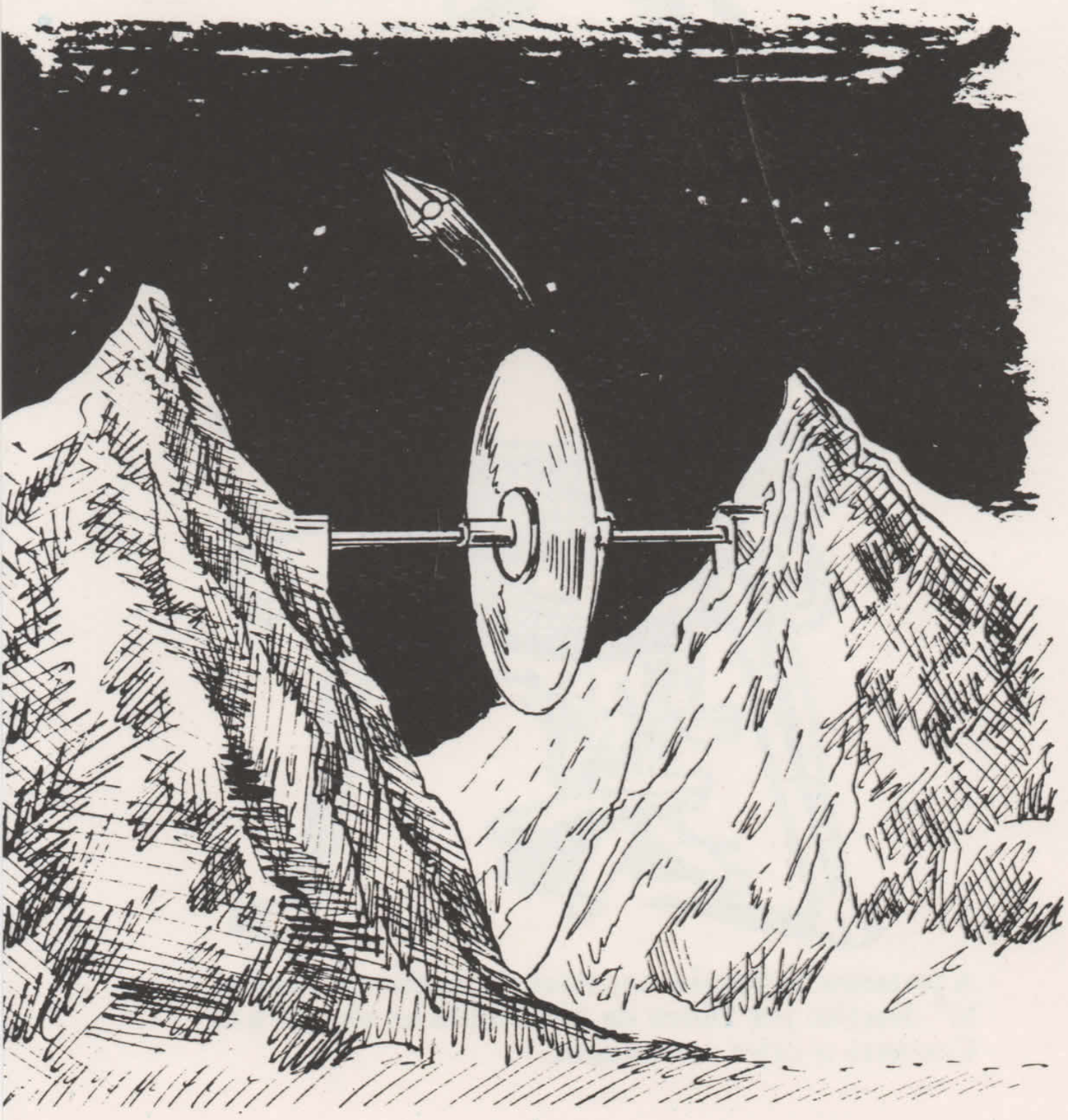
Isaac Newton (1643-1727), o imortal criador das leis da Gravitação Universal, traçou a órbita matemática do satélite artificial.



Desenho original de Newton mostrando as possíveis órbitas de um satélite artificial (1687).

OS SATÉLITES ARTIFICIAIS

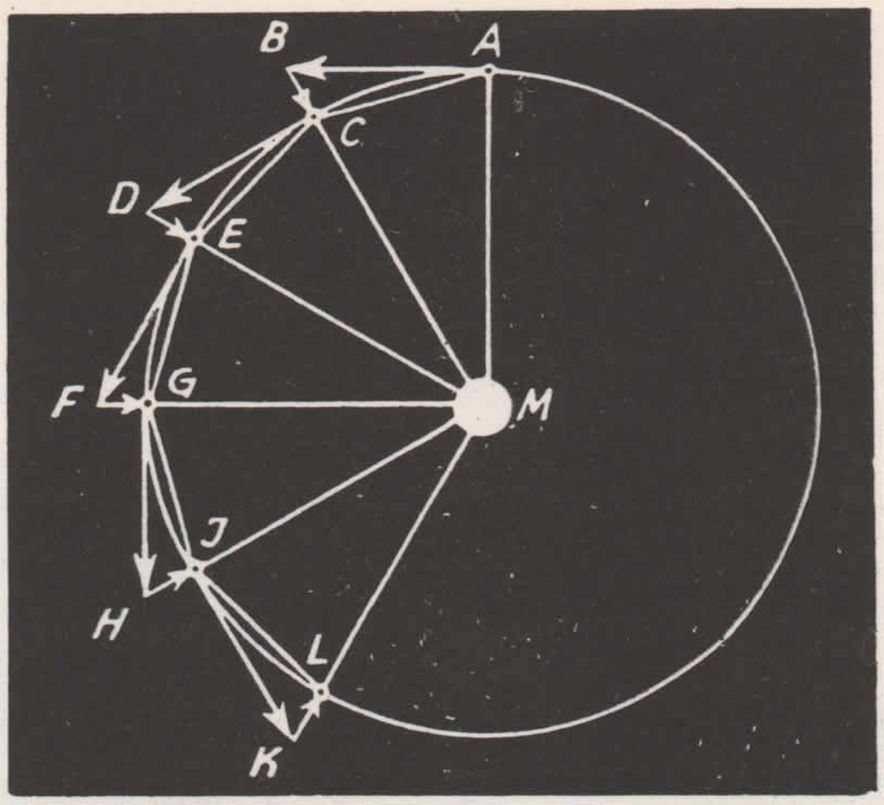
A Roda Impulsora dos cientistas franceses André e Douet.



Como se sustentam, no espaço, os satélites artificiais? Eis uma pergunta inteiramente idêntica àquela que costumam fazer as crianças: "Por que a Lua não cai?".

A resposta é simples: a gravitação. Como se sabe, a gravitação ou equilíbrio entre os corpos celestes é proporcional ao volume das massas respectivas, na razão inversa do quadrado das distâncias que os separam. É a velocidade que mantém a Lua em sua órbita, impedindo-a de cair sobre a Terra. A Terra atrai a Lua, mas esta desenvolve velocidade suficiente para manter-se em órbita. À força de atração da Terra opõe-se uma força centrífuga (que tende a fugir do centro), a qual produz o necessário equilíbrio.

Para que um corpo atinja o espaço interplanetário, libertando-se da atração terrestre, é necessário que desenvolva uma velocidade inicial 17 vezes superior



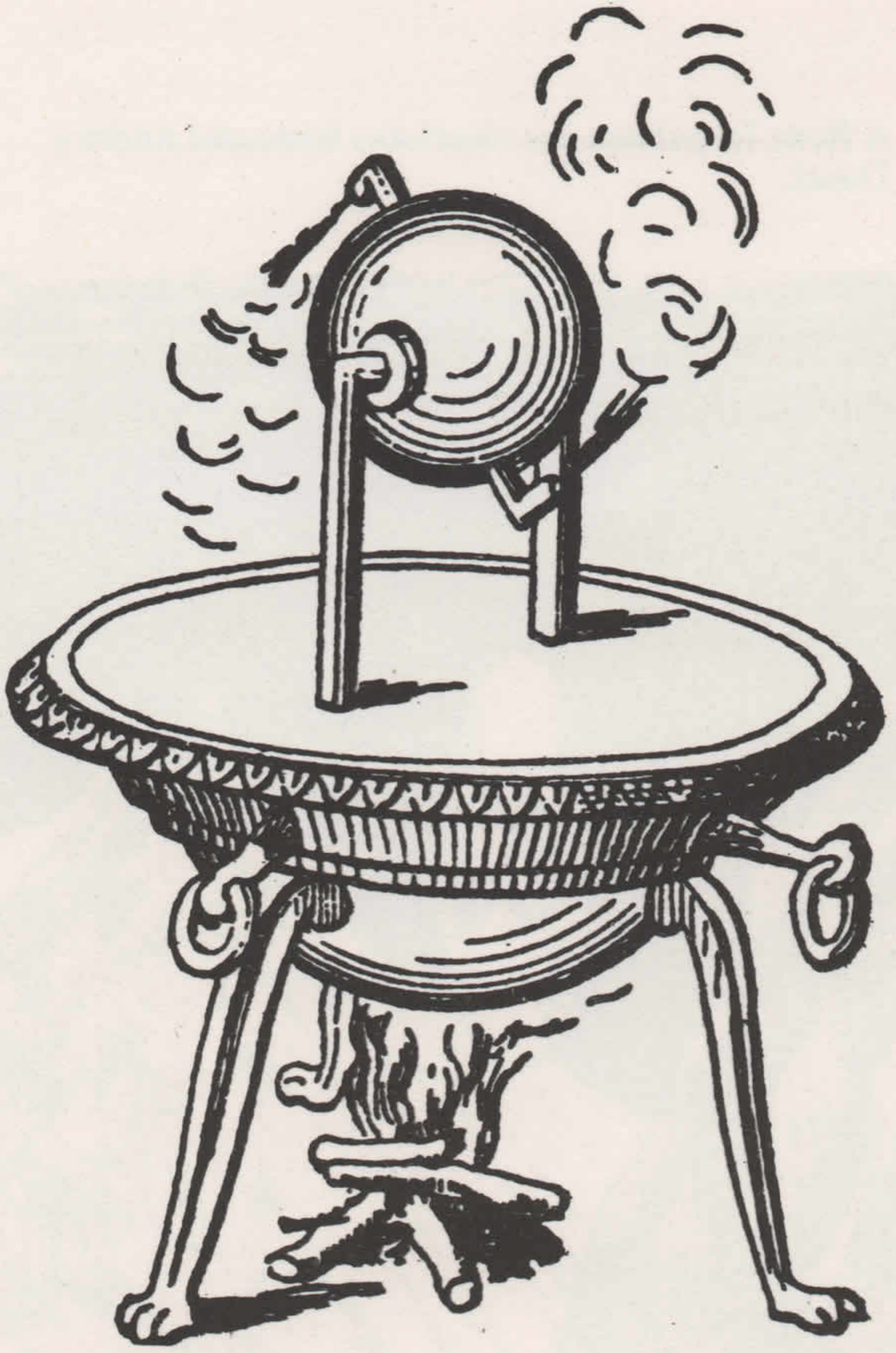
Porque a Lua não cai sobre a Terra: a atração da Terra faz com que o movimento AB da Lua se transforme em AC; o movimento CD em CE; o EF em EG e assim por diante.

à velocidade da Terra ao redor do seu eixo. Muitos têm sido os processos sugeridos para que se consiga lançar um corpo no espaço.

Utilizando-se de um canhão, há 300 anos, os franceses Marsene e Petit dispararam tiros na vertical, a fim de verificar se o projétil voltava à Terra. Não tendo sido encontradas nenhuma das balas disparadas, ingenuamente concluíram que os projéteis se haviam perdido no espaço. O que sucedeu foi coisa diferente: os projéteis desviaram-se da vertical e caíram alhures, não podendo ser encontrados. Não poderia ter o canhão, como não a têm os mais modernos, potência suficiente para imprimir a velocidade cósmica necessária à libertação dos projéteis.

Assim, pois, é utópica a idéia exposta por Júlio Verne nos seus livros Da Terra à Lua e À Roda da Lua. Os franceses André e Drouet imaginaram lançar um projétil ao espaço com o auxílio de uma imensa roda presa entre duas montanhas. Ao atingir a velocidade suficiente, o projétil, preso à borda da roda, seria solto e perder-se-ia no espaço, saindo pela tangente.

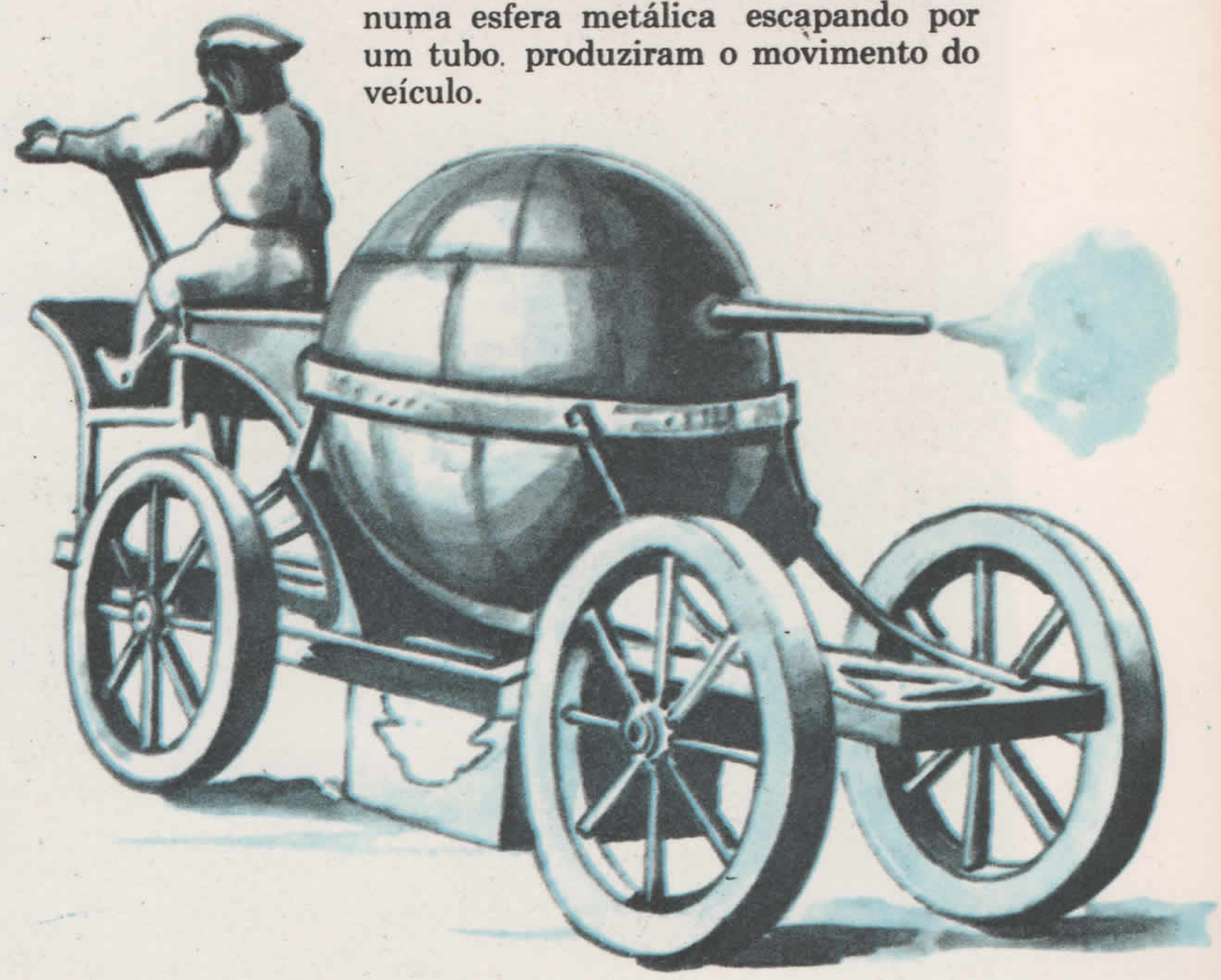
Sabemos hoje que foguete resolve o problema da ambicionada viagem interplanetária. Ninguém desconhece o fato de que o movimento dos corpos só se torna possível pela reação do meio exterior. Por exemplo, se não houvesse o atrito das rodas com o trilho, o trem não poderia andar. O movimento do foguete, entretanto, está baseado em princípio totalmente diferente: ele pode deslocar-se sem atrito, no próprio vácuo, baseado no princípio da reação. A substância ejetada pelo foguete é que produz o seu deslocamento em qualquer meio. O fenômeno é o mesmo que se verifica quando disparamos um fuzil: sentimos no ombro o seu coice. Se nos colocarmos sobre uma plataforma provida de rodas, e dispararmos uma metralhadora, seremos lançados em sentido contrário ao do tiro.



A primeira aplicação mecânica da reação: o "Aeolípilo" descrito por Heron de Alexandria no séc. III a.C. Converte o calor em rotação.

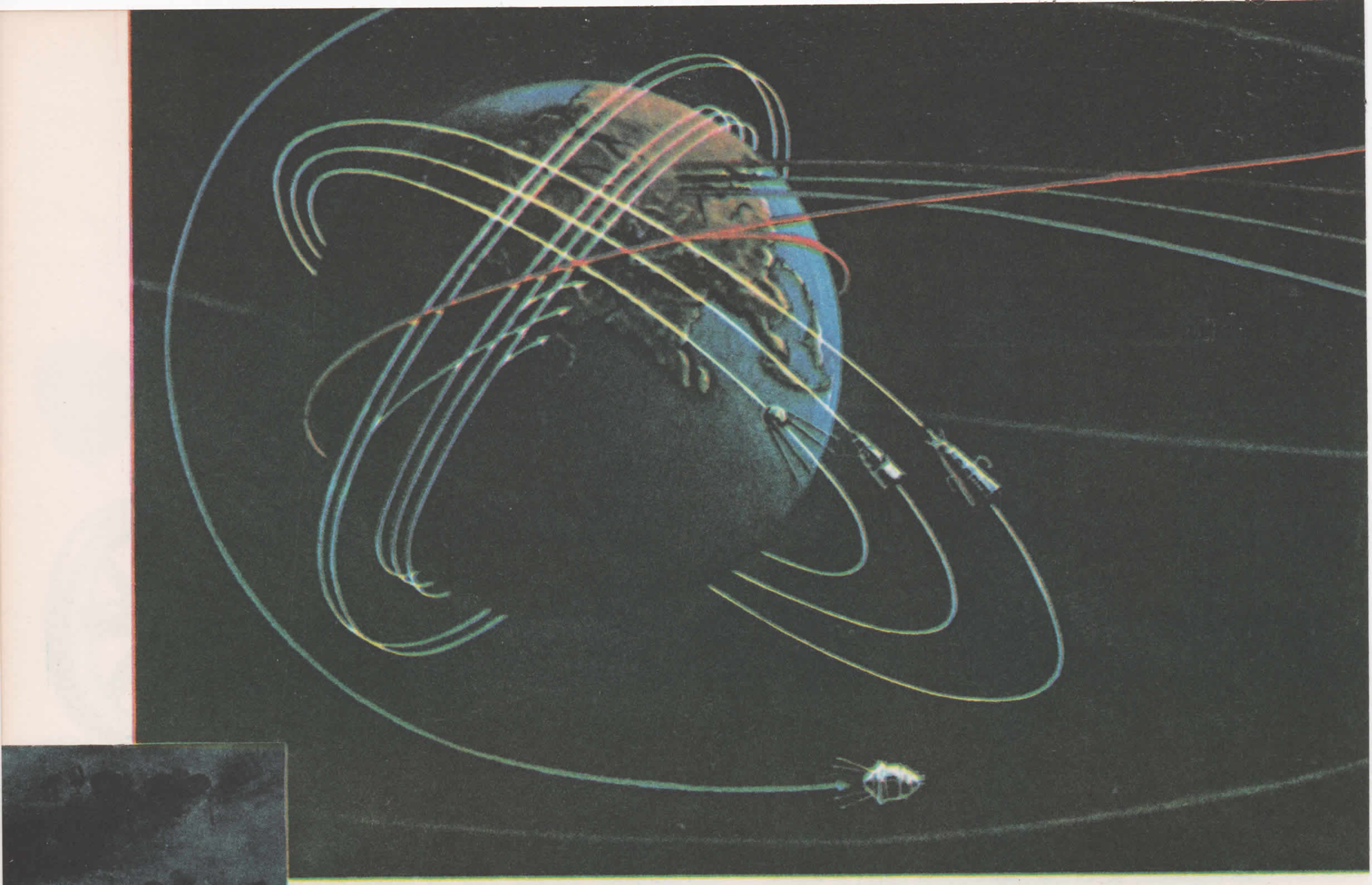
Bem antiga é a idéia de utilizar-se o foguete como propulsor. Em 1420, Giovanni Fontana descreveu veículos impulsionados por foguetes. Isaac Newton, por volta de 1687, imaginou um veículo que se moveria mediante o escapamento, por um tubo, do gás contido numa esfera.

Se não houvesse gravidade, os corpos arremessados da Terra, qualquer que fosse a sua velocidade, partiriam em linha reta e, por inércia, se afastariam de nosso planeta em velocidade uniforme. Mas a força de gravidade obriga-os a cair novamente sobre a superfície terrestre. Um corpo animado com uma velocidade inicial de 3 km por segundo poderia perfazer uma ou mais voltas ao redor da Terra mas acabaria por cair, pois essa velocidade é insuficiente para mantê-lo no espaço; se o lançássemos com a velocidade de 7,9 km por segundo, ele atingiria maior altitude, descrevendo uma órbita elíptica, a qual, logo depois, se transformaria em órbita circular e o projétil voltaria a cair. Se a velocidade for aumentada para 11.200 metros por segundo, o objeto poderá iniciar a sua viagem do espaço. Essas são as chamadas **velocidades cósmicas** estabelecidas ainda em 1687, por Newton. Os satélites artificiais, via de regra, são lançados com a segunda velocidade cósmica, razão pela qual acabam voltando a cair – como foi o caso do famoso laboratório espacial norte-americano Skylab.



Newton imaginou, em 1687, um carro movido a reação: os gases contidos numa esfera metálica escapando por um tubo. produziram o movimento do veículo.

À esquerda: montado no seu "cavalo aéreo a vapor" Mr. Golightly voa de Paris a S. Petesburgo. Sátira das viagens interplanetárias publicadas em 1841.



Satélites artificiais rodeiam a Terra, cortando os espaços em todas as direções. O homem avança no conhecimento do espaço e de seu próprio mundo com o auxílio dessas máquinas extraordinárias. Agora penetramos o espaço interplanetário – mas antes de nós os animais o percorreram.

ELES ABRIRAM PARA OS HOMENS OS CAMINHOS DO CÉU

Foram os seres vivos considerados animais irracionais os primeiros viajantes do espaço cósmico. Foi-lhes confiada a missão de penetrar pela primeira vez o espaço cósmico – cobaias valiosas que contemplaram, antes do homem, o céu negro, sem atmosfera, as estrelas em pleno dia terrestre, a curvatura da Terra.

Muitos animais foram astronautas "voluntários" que permitiram o posterior lançamento de seres humanos no espaço interplanetário. Interessante no caso é notar que, já em 1784, fisiologistas italianos lançaram ao espaço uma ovelha por meio de um balão do tipo Montgolfier, para observar as reações do animal. Foi essa ovelha, certamente, a pioneira da navegação extraterrestre; pena que a História não lhe tenha guardado o nome.

Dessa longínqua data até hoje, muitos animais têm viajado pelo espaço. No dia 18 de abril de 1952, os americanos lançaram ao céu, por intermédio de um fogue-

te Aerobee, os dois ratinhos Mike e Pat, que chegaram a 60 km de altura. Voltaram são e salvos com reações normais, apesar de terem vivido por alguns minutos fora da ação da gravidade terrestre. A 4 de dezembro de 1959, a cápsula Mercury entrou em ação: lançaram-na no espaço com o auxílio do foguete Atlas, do Cabo Canaveral. Dentro da cápsula, viajava o macaquinho Sam, que suportou valentemente a prova.

A prova mais sensacional, entretanto, e que comoveu todo o mundo foi a da cadela Laika, que, dentro de uma cápsula lançada pelos soviéticos, entrou em órbita ao redor da Terra a 3 de novembro de 1957. Laika morreu no espaço e, em sua homenagem, erigiram-se estátuas em toda a União Soviética. Muitos outros animais foram atirados ao espaço e regressaram vivos.

Eles abriram para o Homem os caminhos do Universo!

Abaixo alguns dos "pioneiros cósmicos"

Mike e Pat

Laika

Sam

YURI GAGÁRIN, o primeiro homem a dar uma volta à Terra a bordo de um veículo espacial.

RUMO AO ESPAÇO!

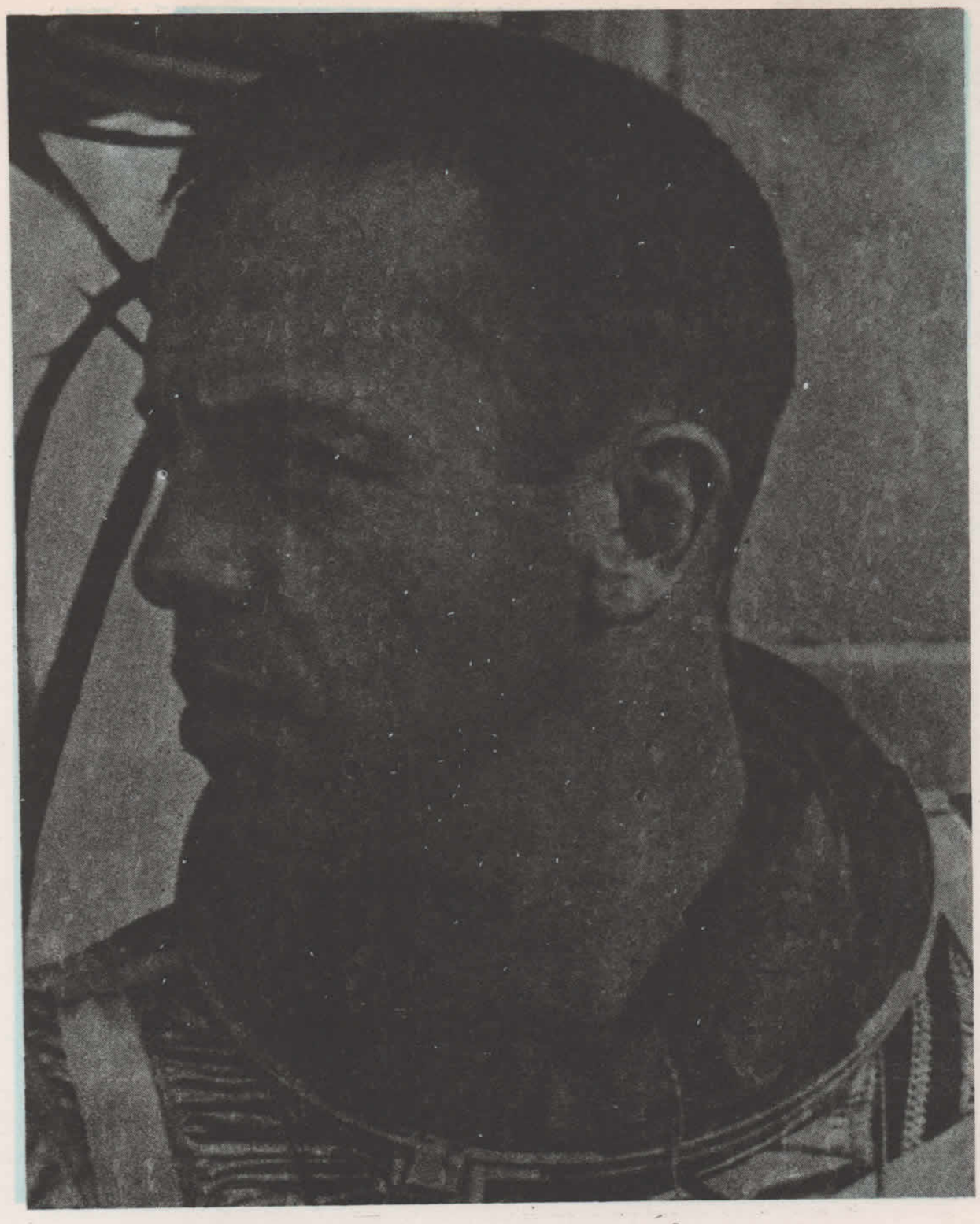
O ano de 1961 marcou o primeiro e definitivo passo da conquista pacífica do Universo pelo homem. Após façanhas extraordinárias como as dos lançamentos do primeiro satélite soviético, **Sputnik**, da cadela **Laika**, dos primeiros **Explorer** e **Pioneer**, depois dos feitos sensacionais do **Lunik II**, que atingiu a Lua, o **Lunik III**, que fotografou a face invisível do nosso satélite, da viagem do chimpanzé **Ham**, num vôo balístico de 650 km e do **X-15**, avião estratosférico pilotado que atingiu 650 km de altitude; depois de tudo isso restava ao homem atingir, ele próprio, o espaço exterior.

Laika.

O dia 12 de abril deu início aos verdadeiros vôos espaciais tripulados, com a subida espetacular do astronauta soviético Yuri Gagárin, o qual, a bordo da cápsula espacial **Vostok I** (Oriente), deu uma volta completa ao redor da Terra, tendo oportunidade de observar ao mesmo tempo brilhando sobre um céu absolutamente negro, a Terra, o Sol, as estrelas e a Lua!

Gagárin transformou-se num herói mundial, visitando vários países, incluindo o Brasil e recebendo merecidas homenagens.

Mas os norte-americanos não perderam tempo, e, a 5 de maio do mesmo ano, lançaram ao espaço o astronauta Alan Shepard, numa cápsula **Mercury** chamada **Liberty**. No dia 12 de junho, repetiram a façanha, fazendo subir Virgil Grisson. Estes dois vôos foram parabólicos, ou seja, não descreveram órbitas ao redor da Terra.



ALAN SHEPARD, norte-americano, descreveu uma parábola no espaço, realizando assim o primeiro vôo balístico ocidental.

O mesmo ano de 1961 assistiu outra proeza soviética: a bordo do **Vostok II**, German Titov deu nada menos de 17 voltas ao redor da Terra.

1962 marcou o início dos vôos orbitais norte-americanos. A 20 de fevereiro, John Herschell Glenn Jr. deu uma volta completa ao redor de nosso planeta, o que entusiasmou o mundo ocidental. Glenn fez viagens, inclusive ao Brasil. A 25 de maio, o astronauta Malcolm Scott Carpenter, pilotando a cápsula **Aurora VII** percorreu três vezes uma órbita ao redor da Terra.

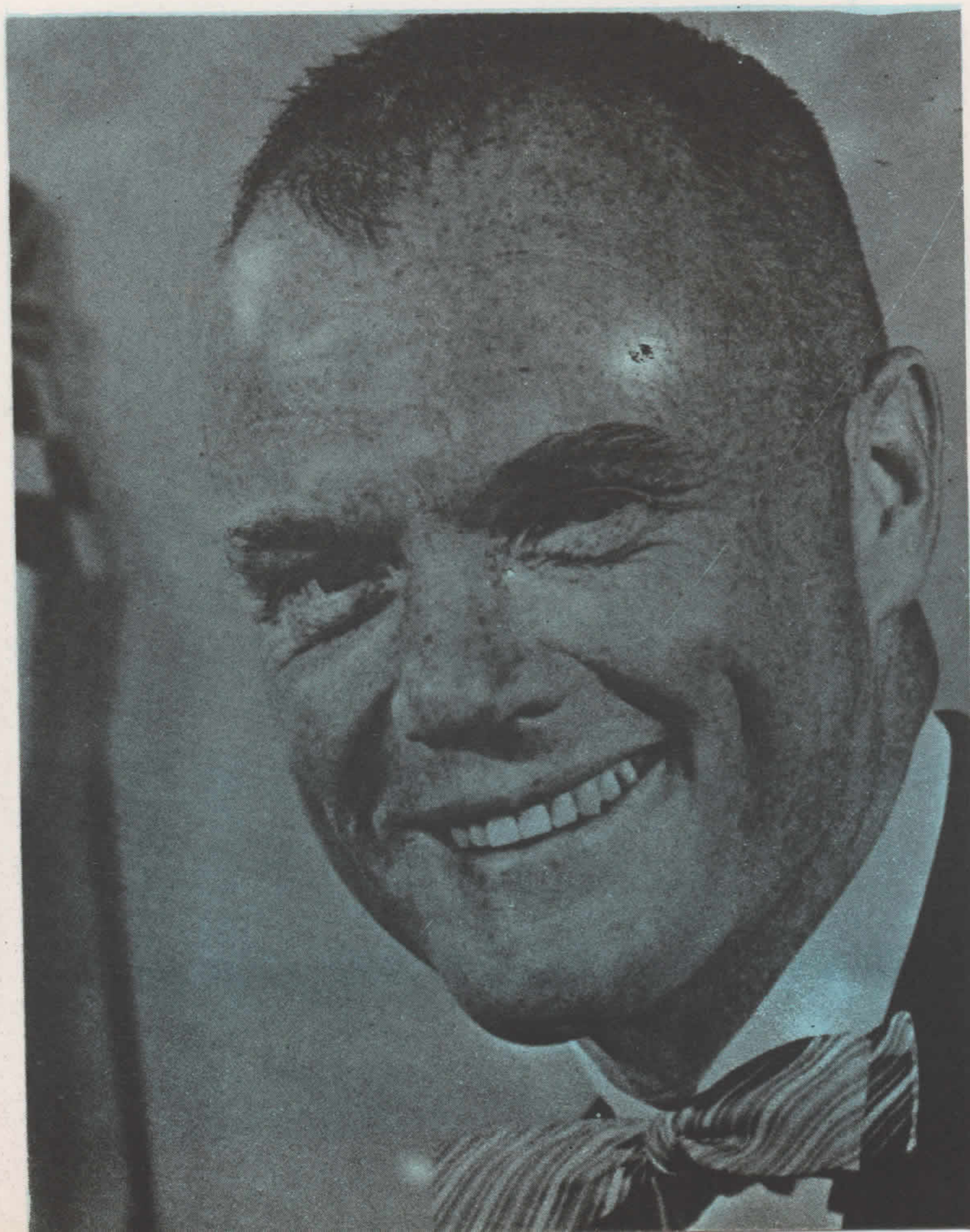
À esquerda: GERMAN TITOV, o segundo astronauta soviético. Realizou 17 voltas ao redor da Terra.

VIRGIL GRISSON repetiu a proeza do seu compatriota Shepard.

As datas de 11 e 12 de agosto de 1962 representam o primeiro esforço para um vôo conjunto, com a subida ao espaço dos soviéticos Adrian Nikolayev e Pavel Popovich, os quais, a bordo de duas cápsulas, voaram ao mesmo tempo, trocando comunicações através do rádio. Nikolayev, apelidado O Falcão, deu 64 voltas ao redor da Terra; Popovich, chamado Águia de Ouro, completou 48 rotações.

O mês de setembro passou em branco; a 4 de outubro, o norte-americano Walther Schirra, pilotando a **Sigma VII**, permaneceu no espaço durante nove horas, dando seis voltas completas ao redor da Terra.

JOHN HERSCHEL, GLENN JR. Primeiro astronauta norte-americano a completar uma órbita ao redor do nosso planeta.



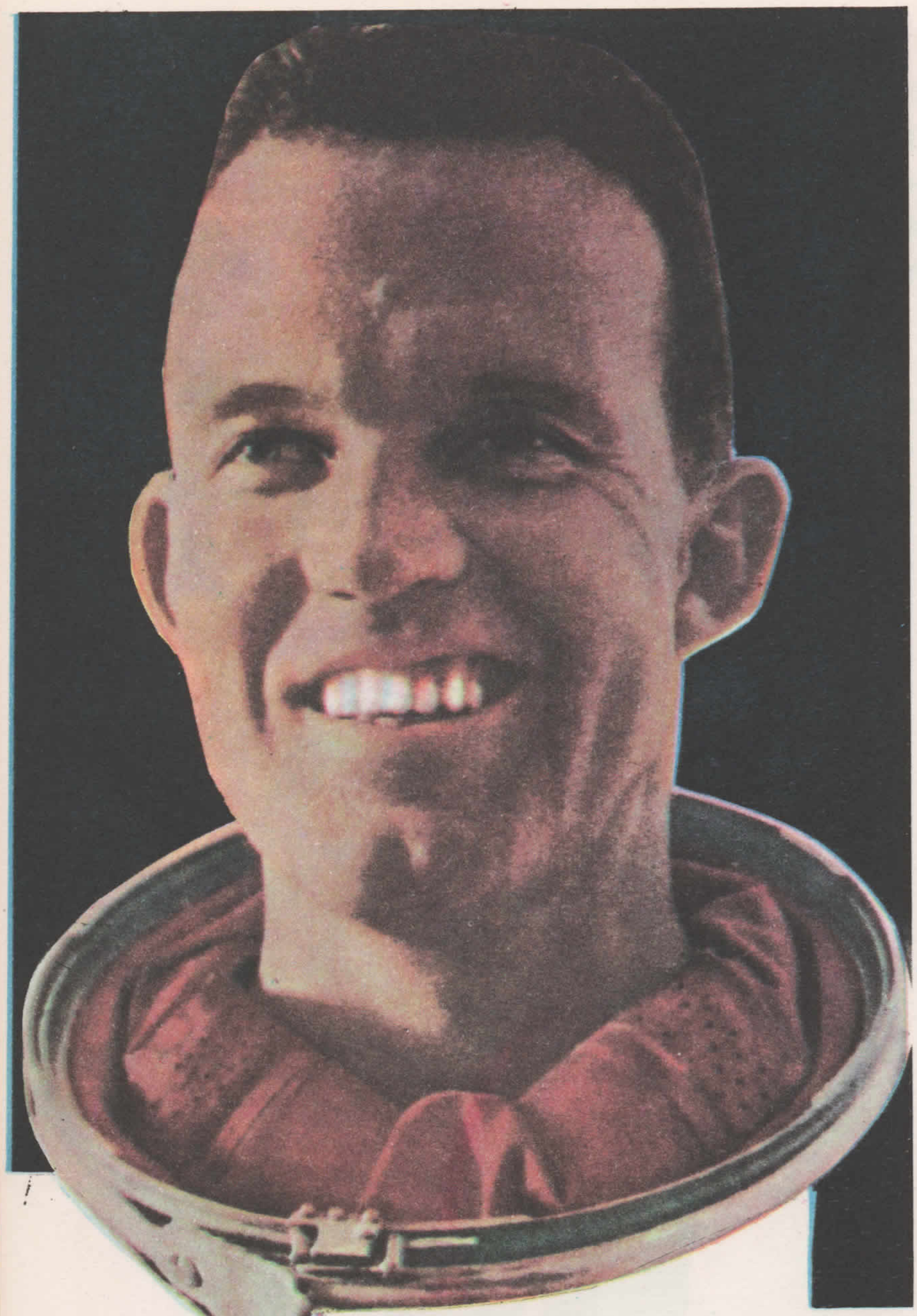
MALCOLM SCOTT CARPENTER. Segundo astronauta ocidental, repetiu o feito de John Glenn Jr.

De novembro de 1962 até maio de 1963, nenhum astronauta foi ao espaço. No dia 16 de maio, os americanos lançaram a **Faith VII**, pilotada por Gordon Cooper, a qual descreveu 22 voltas à velocidade de 28.236 km por hora ao redor da Terra. No mês de junho, os soviéticos voltaram a subir: a bordo do **Vostok V**, Valery Bykovsky deu início a uma série de órbitas. Ainda nem se conheciam os elementos do seu vôo quando, dois dias depois, subiu

WALTHER SCHIRRA, terceiro astronáutica ocidental. Descreveu seis voltas ao redor da Terra.

OS "GÊMEOS DO ESPAÇO". Os soviéticos ADRIAN NIKOLAYEV (O falcão) e PAVEL POPOVICH (Águia do Ouro), que tiveram um encontro do espaço.

Acima: Traje espacial. Projeto e realização da NASA (E.U.A.).



GORDON COOPER, quarto astronauta dos Estados Unidos.

ao espaço a **Vostik VI**, levando a bordo a primeira mulher astronauta: Valentina Terechkova, chamada A Gaivota. Do ponto de vista jornalístico, este foi o mais sensacional acontecimento, graças à presença no espaço de um elemento do belo sexo. Além disso, os cosmonautas deram ao redor da Terra mais voltas do que haviam sido dadas pelos anteriores: Bykovsky completou 88 voltas e Valentina 60.

O traje espacial da NASA visto de perfil.

Ao lado: Aspectos de uma película de Valentina em pleno vôo. Abaixo: VALENTINA TERECHKOVA numa fotografia oficial.

VALERY BYKOVSKY e VALENTINA TERECHKOVA, O "Casal do Espaço", após seu extraordinário feito, recebem manifestações de simpatia de crianças soviéticas.

BÓRIS EGÓROV,
médico

KONSTANTIN
FEOKOTÍSTOV,
físico.

VLADIMIR
KOMÁROV,
engenheiro.

O dia 31 de agosto marcou o início de uma nova técnica: a **fototopografia lunar**. Após um vôo de 68 horas e 30 minutos, durante o qual percorreu 389.864 km, a astronave americana **Ranger VII** caiu sobre a superfície da Lua, no local denominado **Mare Nubium** (Mar das Nuvens). Antes da queda, transmitiu para a Terra cerca de quatro mil fotografias da Lua. Esse feito entusiasmou aos próprios soviéticos, que mandaram votos de parabéns à NASA.

A 13 de outubro de 1964, os soviéticos lançaram uma nave de doze toneladas, chamada **Voskhod** (Aurora), no bojo da qual estavam alojados três astronautas: Konstantin Feokotístov, bacharel em física, Vladimir Komárov, coronel engenheiro e Bóris Egórov, médico. A atmosfera artificial da cabina era tão perfeita que os astronautas vestiam roupas leves e não usavam capacetes. A nave desceu em terra no dia seguinte, sem problemas.

Coube ao oitavo astronauta soviético, Alexei A. Leonov, a primazia do vôo do homem no espaço interplanetário; através de uma porta na cápsula **Voskhod 2**, tripulada pelo seu companheiro Belyaev, ele saiu para o espaço vazio, onde permaneceu durante dez minutos, movi-

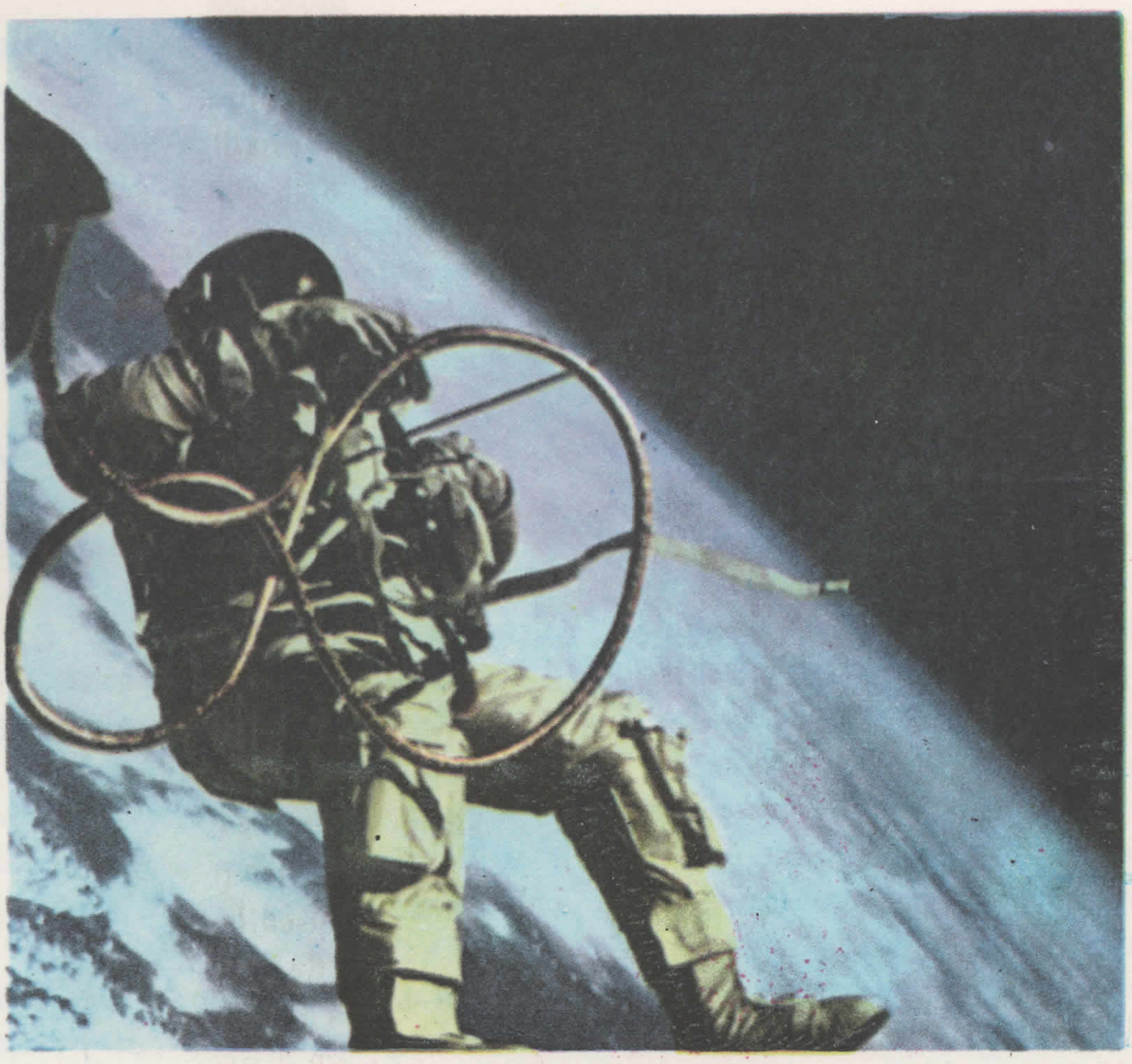
Leonov foi o primeiro astronauta a sair de uma cápsula espacial, em 18-3-65.

mentando-se atado à extremidade de um fio metálico de 5 metros de comprimento. Cerca de dois meses depois, o americano Edward White repetiu a proeza de Leonov, permanecendo 20 minutos fora da cápsula **Gemini** 4, tripulada por McDivitt. Durante esse período, White deslocou-se no vazio com o auxílio de uma pistola-foguete do tipo imaginado por Alex Raymond, famoso desenhista do herói de histórias em quadrinhos Flash Gordon.

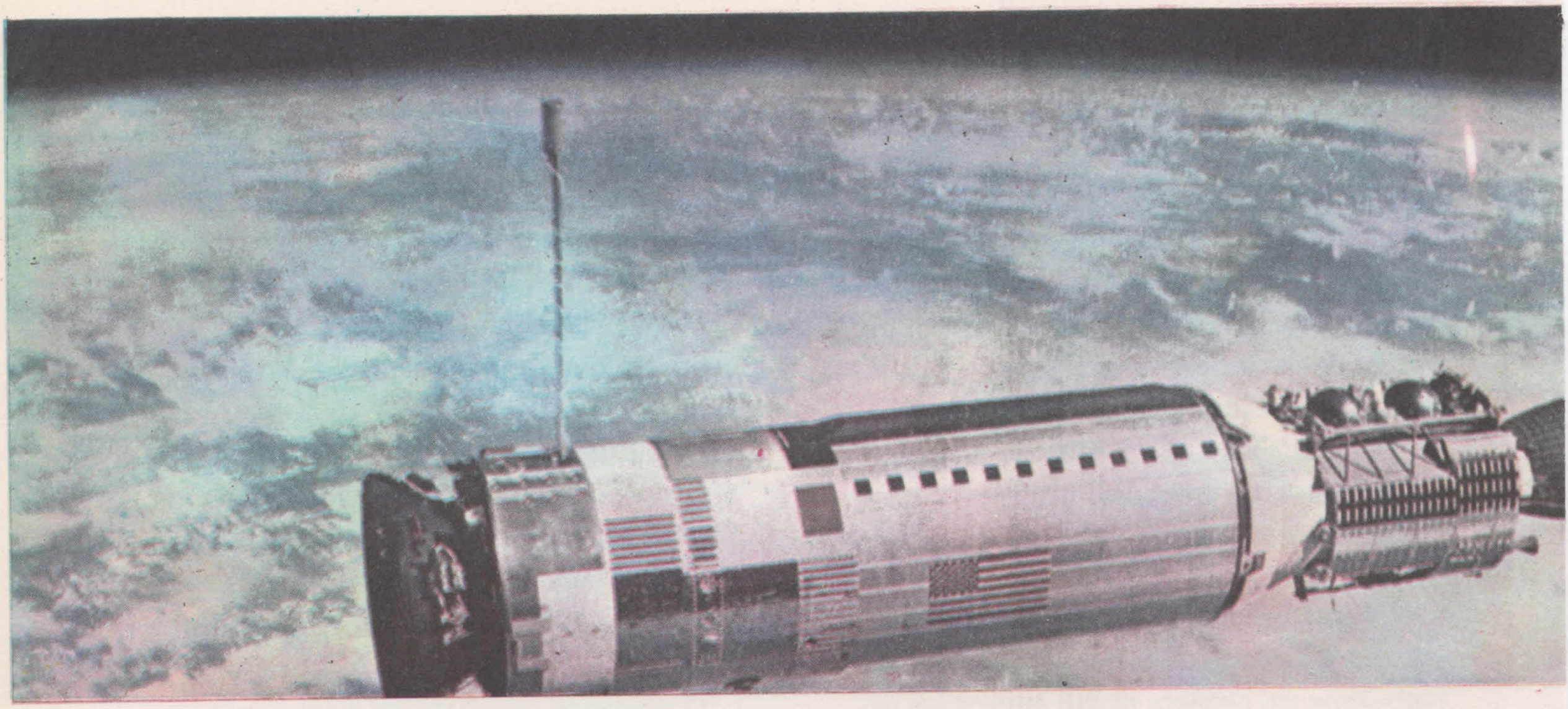
O êxito completo dessas missões animaram os técnicos a determinar outros trabalhos no espaço, como encontros orbitais e acoplamentos de astronaves.

O primeiro encontro orbital teve lugar em dezembro de 1965, quando a **Gemini 6**, impulsionada pelos seus 16 motores, rodeou a **Gemini** 7, chegando a aproximar-se desta apenas 35 centímetros. A primeira nave foi tripulada pelo veterano Walther Schirra e Thomas Stafford; a segunda por Frank Borman e James Lowell. O capitão Schirra demonstrou a possibilidade de manobrar à vontade um veículo orbitando a uma velocidade de 28.500 km por hora. O acoplamento ou engate de duas naves foi realizado em março de 1966: a **Gemini** 8 engatou-se com um veículo do tipo Agena.

O primeiro encontro de duas naves tripuladas foi realizado pelos soviéticos em



O astronauta Edward White permaneceu 20 minutos no espaço, em 4-6-1965.



1969: as naves **Soyuz** (União) 4 e **Soyuz 5** acoplaram-se e os astronautas Khrunov e Yelisseiev passaram de uma cápsula para outra.

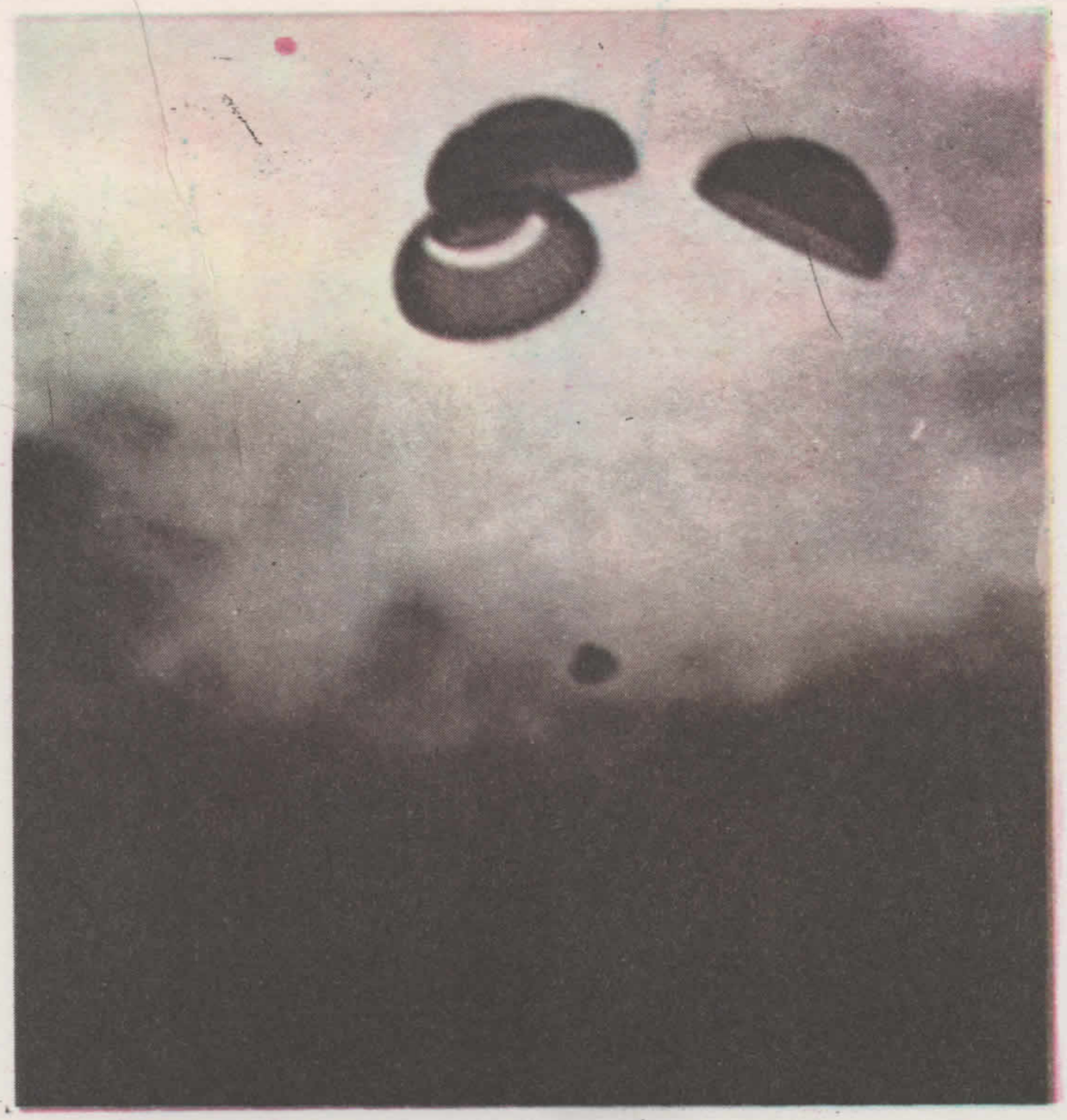
O primeiro acoplamento tripulado americano foi feito durante a missão **Apolo 9**, com a cabina do Módulo Lunar. Na missão **Apolo 10**, Stafford, Cernam e Young realizaram manobras com o Módulo Lunar nas proximidades da Lua.

A reentrada na atmosfera terrestre é um dos momentos mais perigosos para os astronautas, principalmente porque ela terá que penetrar um "corredor" do espaço com a largura de 500 km à altura de 65 km da Terra e num ângulo de aproximação de 5,5 a 7,5 graus em relação ao horizonte. Se a nave penetrar abaixo deste corredor, a cabina se desintegrará ao contato com as densas camadas da atmosfera; se, por outro lado, penetrar acima, poderá ricochetear nas camadas superiores da atmosfera e se projetará novamente no espaço, libertando-se da atração terrestre e entrando em órbita solar.

A velocidade no momento de entrada de uma nave que regressa da Lua será da ordem dos 40 mil quilômetros horários. Com o auxílio de foguetes corretores, a nave se equilibrará na entrada e diminuirá essa velocidade. À altura de sete quilômetros, os paraquedas auxiliares se abrirão. A nave terá que descer num ponto pré-determinado, ao redor do qual já se encontram navios, helicópteros e aviões prontos para procederem à operação de abordagem.

Na União Soviética todas as naves têm descido em Terra; conta-se que a Gaivota, Valentina Terechkova, desceu sozinha numa região deserta, andou alguns quilômetros e telefonou de uma cabina situada nas proximidades. Um veículo veio buscá-la.

Há mais de cem anos – em 1865, para sermos precisos, – o escritor Júlio Verne descreve, em À Roda da Lua, um resgate de astronautas, descrição que muito se



Depois de arrostarem grandes perigos em sua viagem à Lua, descem no Pacífico os astronautas da Apolo 13, em 17-4-70.

assemelha ao processo atual de resgate norte-americano. Júlio Verne foi mais além: profetizou o local de lançamento das naves americanas: proximidades da cidade de Tampa, na Baía dos Cocos, a apenas cem quilômetros da base da NASA no Cabo Canaveral – hoje Cabo Kennedy...

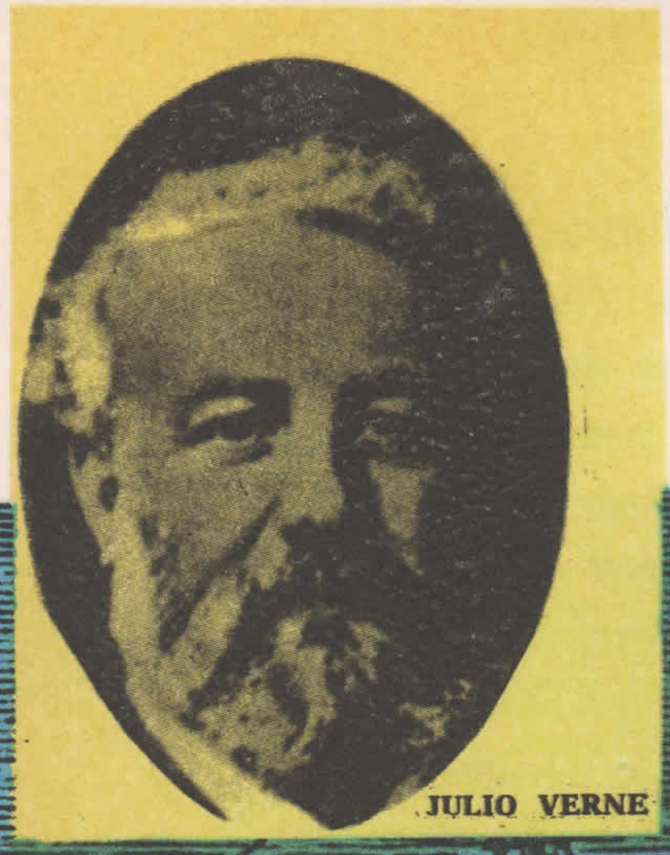
Vários e importantes programas espaciais foram elaborados e cumpridos pelos Estados Unidos da América e a União Soviética. Descreveremos de forma sucinta os principais programas.

Projeto MERCURY – A designação relembra o deus alado, mensageiro dos deuses da mitologia greco-romana. O Programa esteve a cargo da Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), dos Estados Unidos, que enviou ao espaço astronautas em pré-órbita – vôo balístico, órbita em redor da Terra e vôo orbital pluritripulado, entre os anos 1961 e 1966.

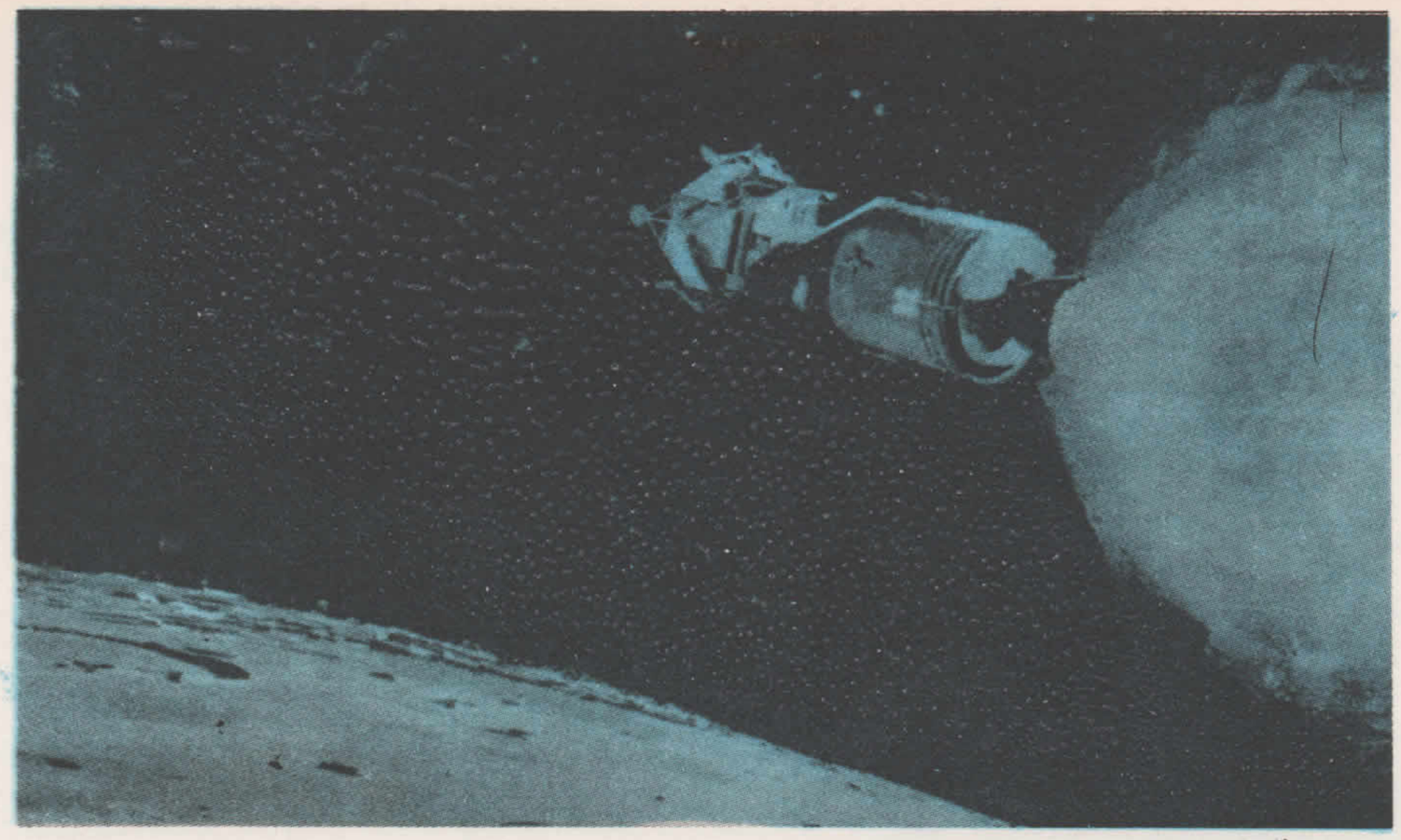
Projeto VOSTOK – O termo vostok, em russo, significa oriente. Foi este o nome da primeira nave espacial tripulada soviética, que conduziu Yuri Gagárin, o primeiro cosmonauta, a 12 de abril de 1961. Foram lançadas mais cinco dessas naves, uma delas tripulada por Valentina Terechkova, a primeira cosmonauta.

Projeto VOSKHOD – A palavra, em russo, significa aurora. Foram lançadas apenas duas, ambas tripuladas, e de grande tamanho, comportando três cosmonautas.

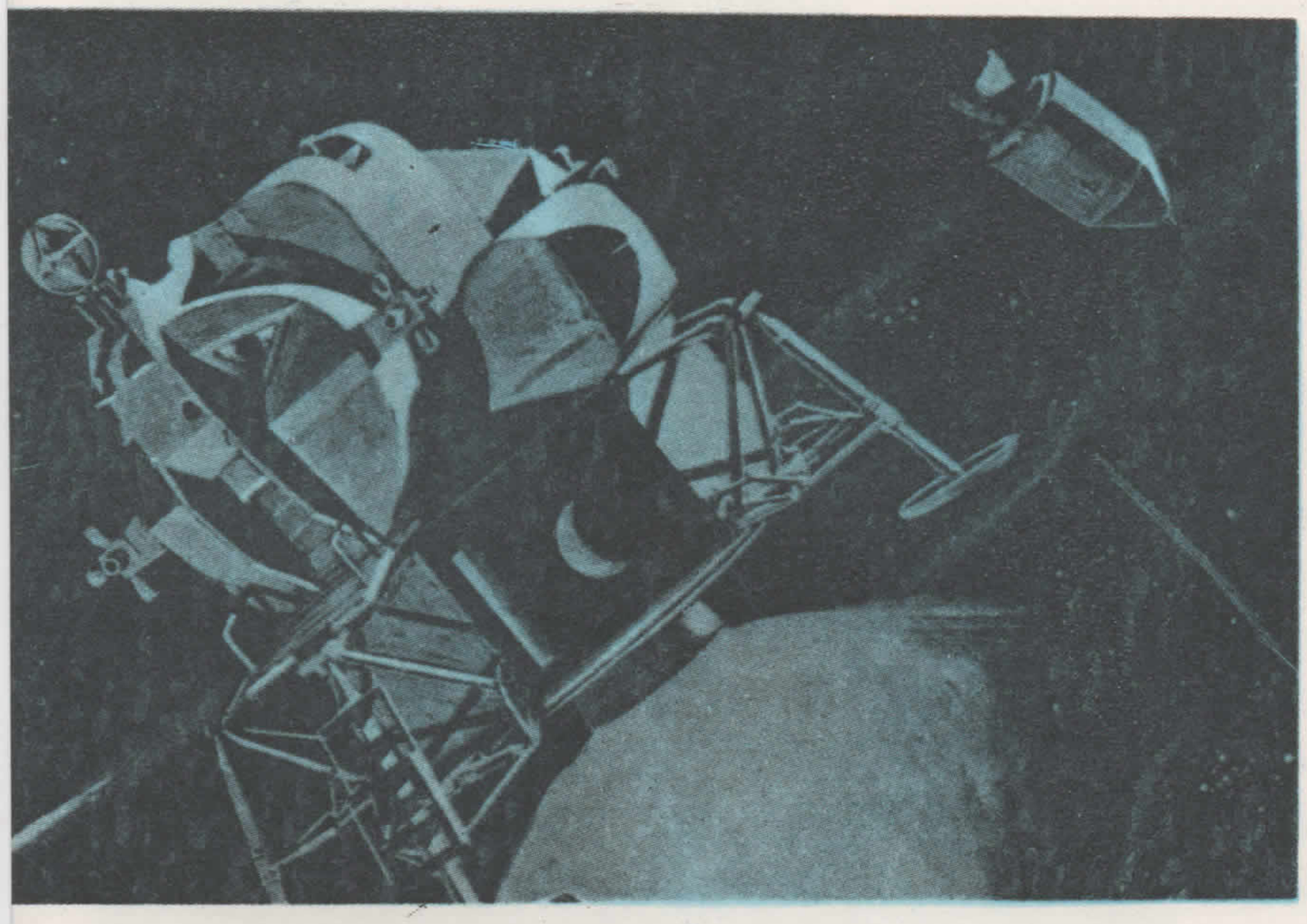
Projeto GEMINI – O nome homenageia os Gêmeos da mitologia greco-romana e identifica os dois astronautas que pilotaram esse tipo de astronave. A série compreendeu doze unidades, e serviu de teste para os futuros vôos que le-


JULIO VERNE

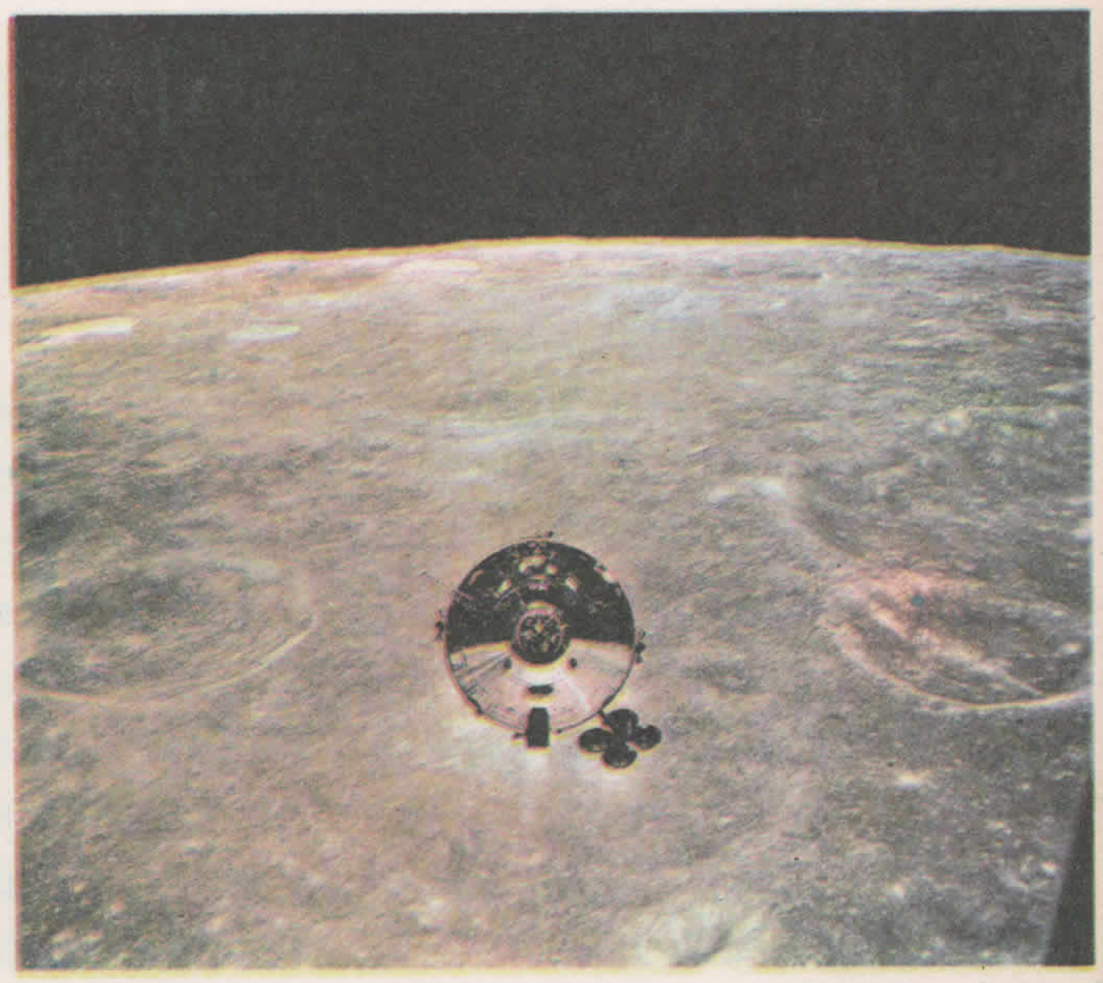
Júlio Verne, famoso escritor francês, descreveu, há mais de cem anos, o resgate de astronautas americanos, no seu livro "À Roda da Lua".



Conjunto Módulo de Serviço, Módulo de Comando e Módulo Lunar circulando ao redor da Lua, antes da alusinagem.



Libertado do Módulo de Comando, o Módulo Lunar inicia a sua viagem para a Lua, onde pousará.

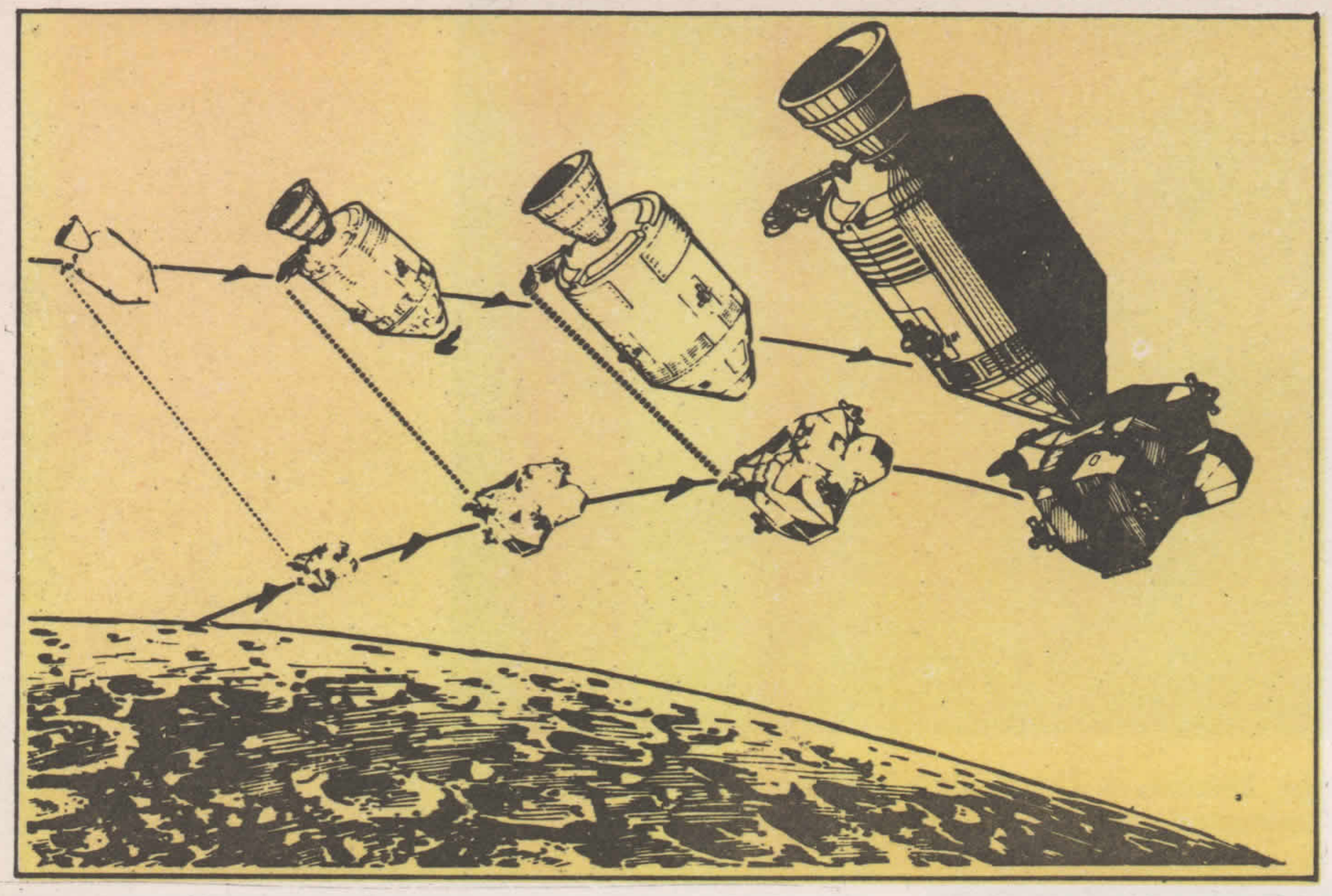


Visão do módulo de comando (visto do módulo lunar) tendo a Lua ao fundo.

varam o homem à Lua. O projeto teve início em 1965 e terminou em 1966.

Projeto SOYUZ – O termo russo significa união. Essas naves tiveram como objetivo o engate em pleno espaço, e os astronautas passaram de uma para outra nave. Da série lançada, a de número 11 voltou com seus tripulantes mortos. A de número 19 foi acoplada, com sucesso, a uma nave americana do tipo Apollo. A vigésima, lançada em novembro de 1976, foi acoplada à nave do mesmo tipo, Salyut V. A vigésima terceira, lançada em 14 de outubro de 1976, levou dois astronautas. Muitas naves do mesmo tipo se acoplaram em 1977, 1978.

Projeto APOLLO – O termo é uma homenagem ao deus Hélios–Apollo, da mi-

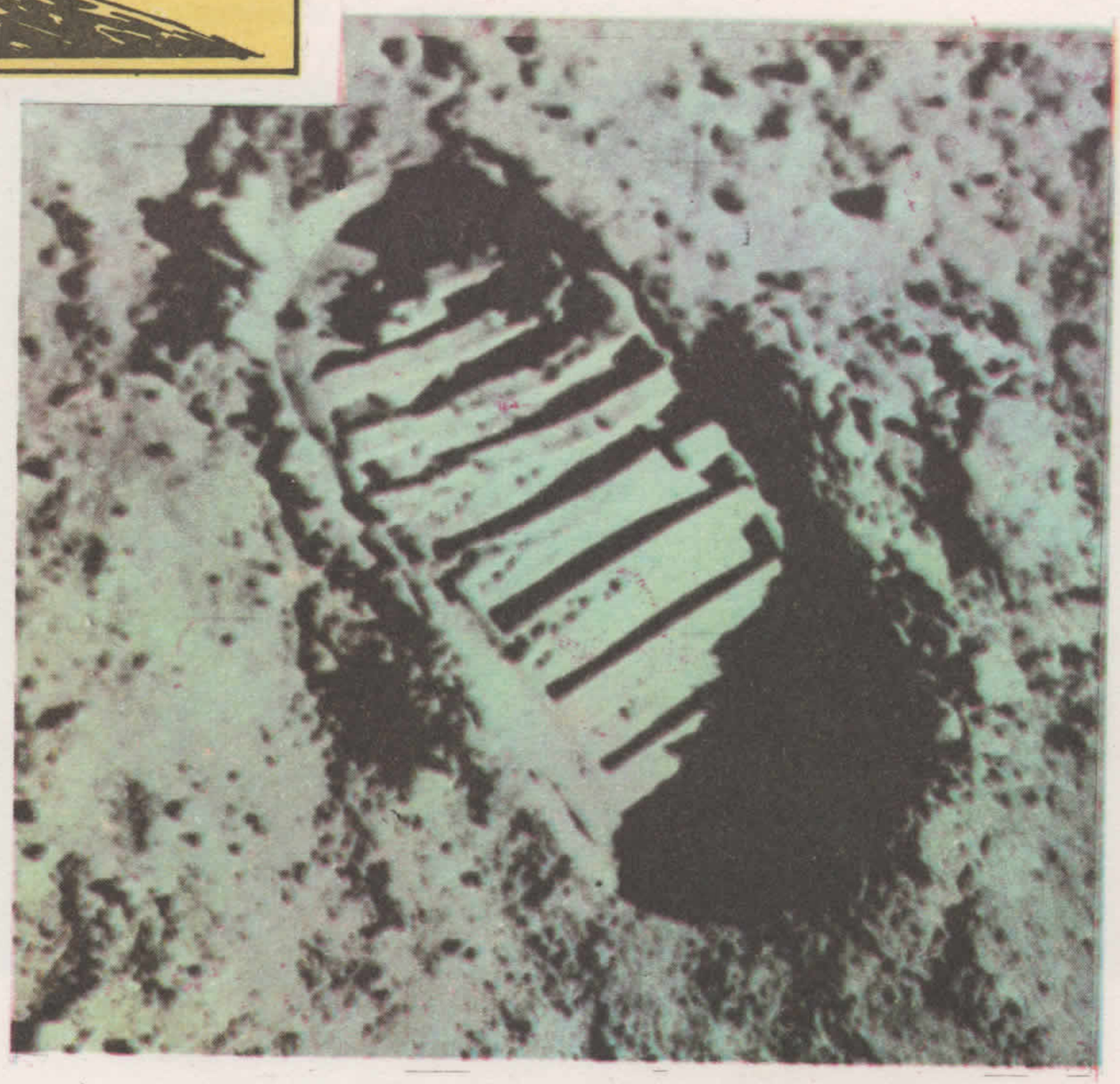


Acoplamento da parte superior do Módulo Lunar com a nave-mãe (Módulo de Comando).

tologia greco-romana. Designa uma série de cápsulas espaciais norte-americanas, com capacidade para três astronautas. Foram lançadas 17 cápsulas, a primeira das quais a conduziu Walter Schirra, Don F. Eisele e Roland W. Cunningham, em 11 de outubro de 1968. A mais famosa foi a Apollo 11, tripulada por Neil A. Armstrong, Edwin E. Aldrin e Michael Collins, a qual levou à Lua os dois primeiros astronautas. Armstrong foi o primeiro a pisar o solo lunar e sua pegada lá está, gravada no fino pó que recobre a superfície do nosso satélite, testemunhando o grande feito. Ao pisar a Lua, Armstrong, emocionado, pronunciou uma frase que ficou famosa: "Este é um pequeno passo para o homem, mas um gigantesco passo para a humanidade".

A partir daí, vários astronautas pisaram a Lua e a percorreram num veículo chamado "jipe lunar".

Projeto SKYLAB – A palavra significa Laboratório Celeste. Estação espacial norte-americana, lançada a 24 de maio



de 1973, transportando seis telescópios para a observação do Sol em vários comprimentos de onda. Serviu de base a três séries de tripulantes que realizaram trabalhos de alta importância científica. Os primeiros ocupantes do Skylab foram os astronautas Charles Conrad Jr., Joseph P. Kervin e Paul J. Weitz; a segunda turma foi composta pelos astronautas Alan L. Bean, Owen R. Garriot e Jack R. Lousma e a terceira compunha-se de Gerald Carr, William R. Pogue e Edward G. Gibson. A primeira turma permaneceu 28 dias no espaço, a segunda 56 e a

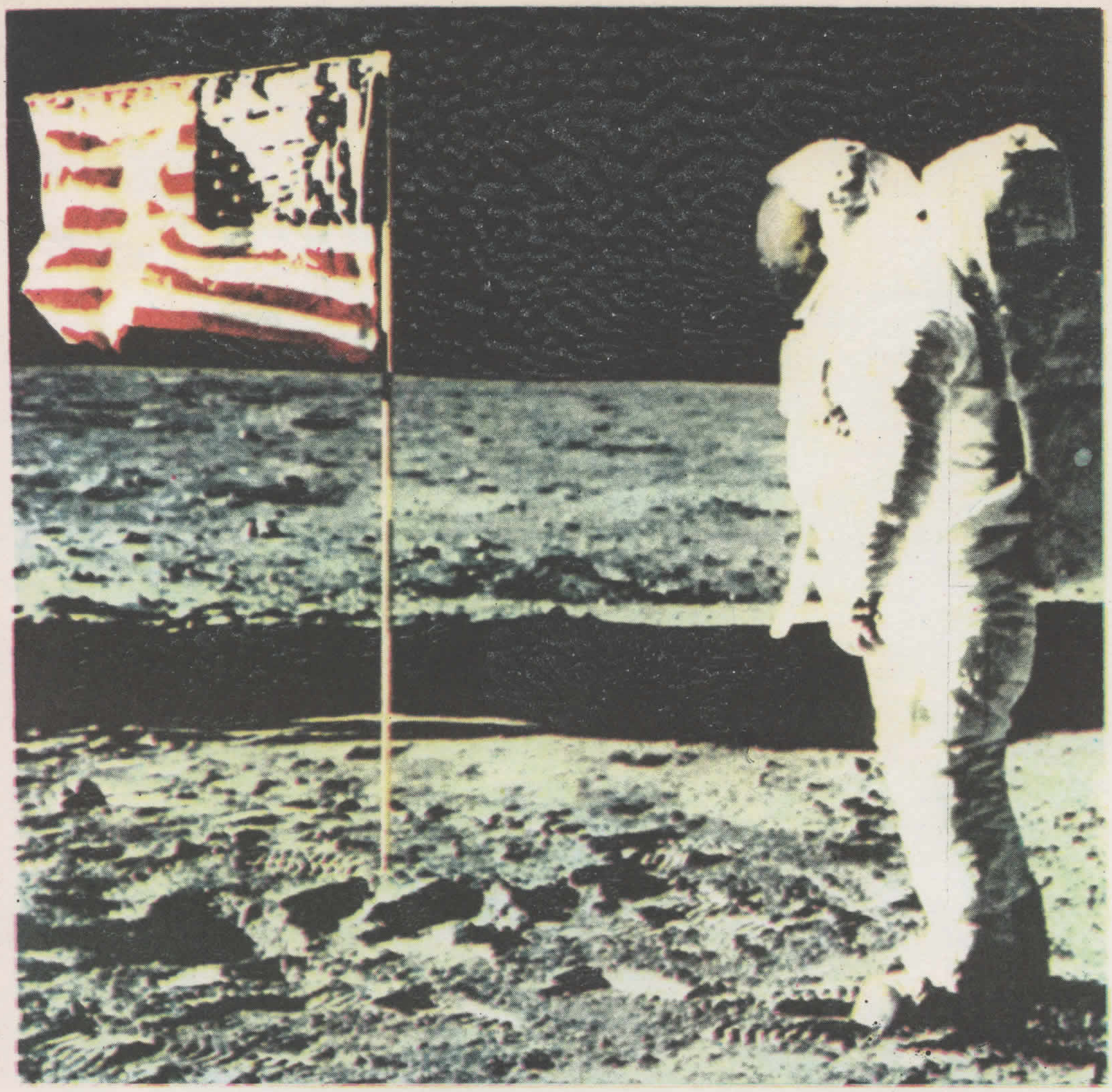
Aldrin, Collins e Armstrong, tripulantes da Apolo 11.

A Terra nasce no céu da Lua – Eis o panorama visto pelos astronautas da Apolo 8, o primeiro veículo a fazer a volta ao nosso satélite natural.

terceira 84. A nave desintegrou-se a 11 de julho de 1979.

Projeto VENERA – do latim, o nome refere-se ao planeta Vênus e designa um projeto soviético de naves que chegaram a penetrar na atmosfera do planeta, enviando preciosas informações. O conjunto compreendeu oito naves, a última das quais desceu suavemente na superfície de Vênus.

Projeto VIKING – Elaborado e executado pela NASA, tornou-se o mais fantástico projeto astronáutico. A primeira foi lançada em agosto de 1975 e a segun-



O astronauta Aldrin fotografado por Armstrong, ao lado da bandeira americana fincada no solo lunar.

da em setembro do mesmo ano. Ambas pousaram no planeta Marte, objetivo precípuo do Programa. Foram obtidas excelentes fotografias da superfície marciana bem como análises da atmosfera do planeta. As naves estavam equipadas para detectar uma possível forma de vida, mas nada conseguiram comprovar.

Projeto VOYAGER – Programa idêntico ao anterior, destinou-se ao exame dos planetas além de Marte. As naves, que ultrapassaram Júpiter e Saturno em 1979 e 1980, respectivamente, estarão próximas de Urano em 1986 e cruzarão a órbita de Netuno em 1998. Até agora foram obtidas preciosas informações, muitas das quais ainda estão sendo descodificadas. Magníficas fotografias de Júpiter e de Saturno nos mostram esses planetas com pormenores jamais vislumbrados.

As grandes despesas efetuadas com os programas espaciais levaram o povo americano, através de seus senadores e jornalistas desavisados a fazerem acerbas críticas ao governo. No resto do mundo, levantou-se grande celeuma, notadamente entre os países do chamado Terceiro Mundo, para os quais o dinheiro empregado nas pesquisas espaciais teria melhor destino na ajuda aos povos subdesenvolvidos. Toda essa agitação baseava-se na ignorância dos benefícios que a pesquisa espacial vem trazendo a Humanidade. Os estudiosos sabem perfeitamente que todo o dinheiro empregado reverteu-se em extraordinários benefícios para todos os países. As ciências

e as técnicas têm sido beneficiadas com a abertura de novos caminhos tecnológicos. Da caneta esferográfica aos transplantes de órgãos humanos passando pelos computadores, técnicas modernas de preservação e acondicionamento de alimentos, tudo hoje está em estreita relação com as pesquisas espaciais. Quando o torcedor se emociona com os lances dos seus ídolos esportivos; quando recebemos em nossa casa, de forma instantânea, as imagens dos acontecimentos mundiais; quando as distâncias se encurtam; quando surgem novos materiais para uso doméstico e industrial – quando tudo isso acontece, estamos nos aproveitando da experiência adquirida através da nova tecnologia originada pela pesquisa espacial.

Estamos, por assim dizer, em plena Era da Astronáutica ou Era Espacial. O primeiro satélite, rodeando a Terra, repetiu, de forma ainda mais consistente, o feito daquelas caravelas que, atravessando o Mar Oceano, descobriram um novo mundo. A Astronáutica inaugurou, definitivamente, uma nova Era para a Humanidade.

●●●

Este é um livro no qual não poderemos apor a palavra **Fim**, pois o futuro, dentro do qual vivemos, apenas começou. Inúmeras maravilhas serão contempladas pelos olhos desta geração. Vivemos uma época de profundas transformações que se refletem em todos os campos do conhecimento e do trabalho humanos. E é preciso considerar as enormes mudanças em nosso próprio comportamento, quer individual, quer social. É preciso, porém, que confiemos em que o homem possa realizar essas transformações sem se tornar, ele próprio, uma máquina sem sangue e sem nervos. É preciso confiar em que ele jamais se considere proprietário da Natureza e que tenha o respeito devido à obra da Criação. Só assim o homem poderá ser feliz – vivendo em perfeito equilíbrio com o mundo que lhe serviu de berço.

COLEÇÃO *CULTURA*

EDIÇÃO Nº 10

EXEMPLAR Nº 001911